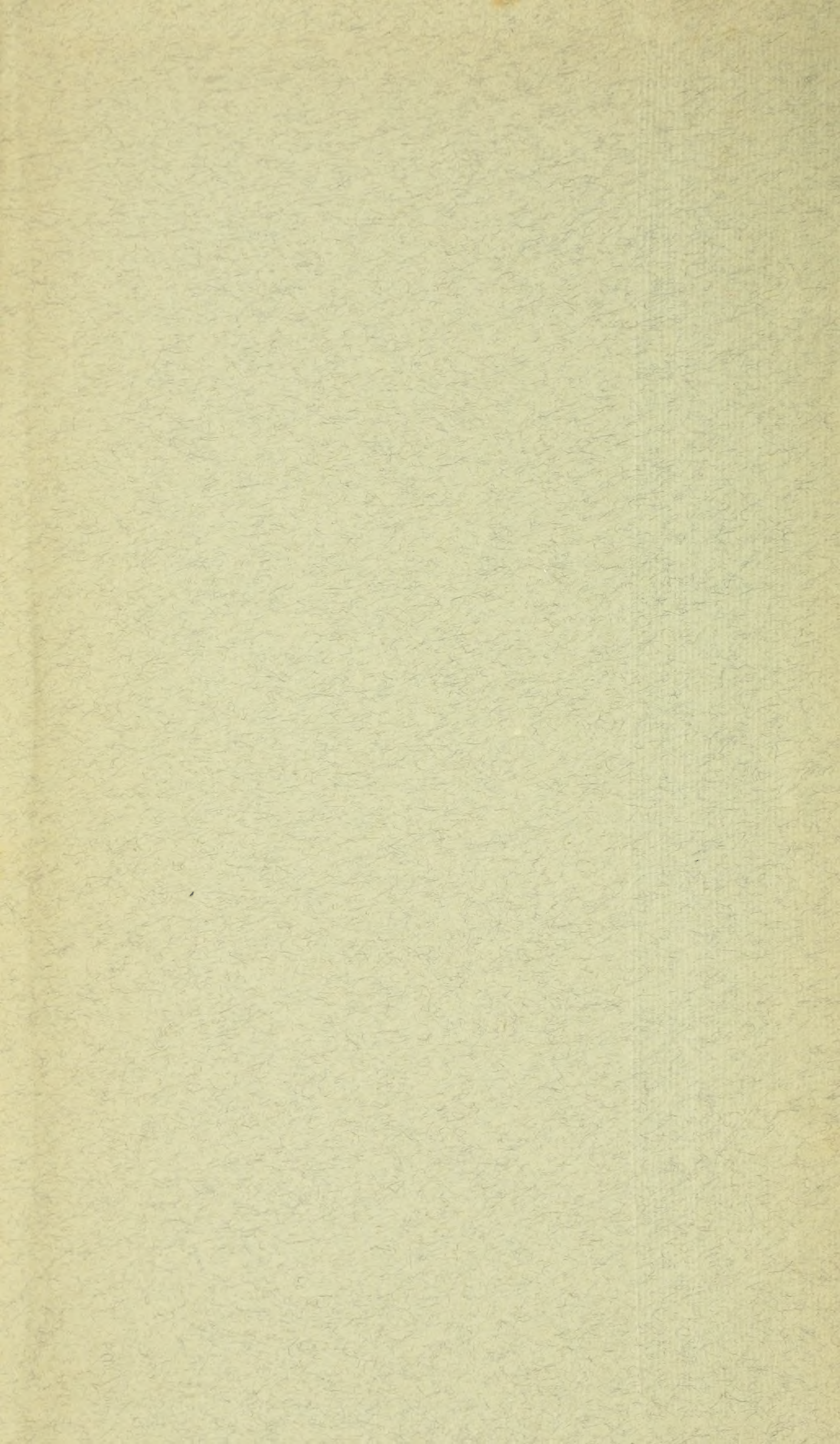
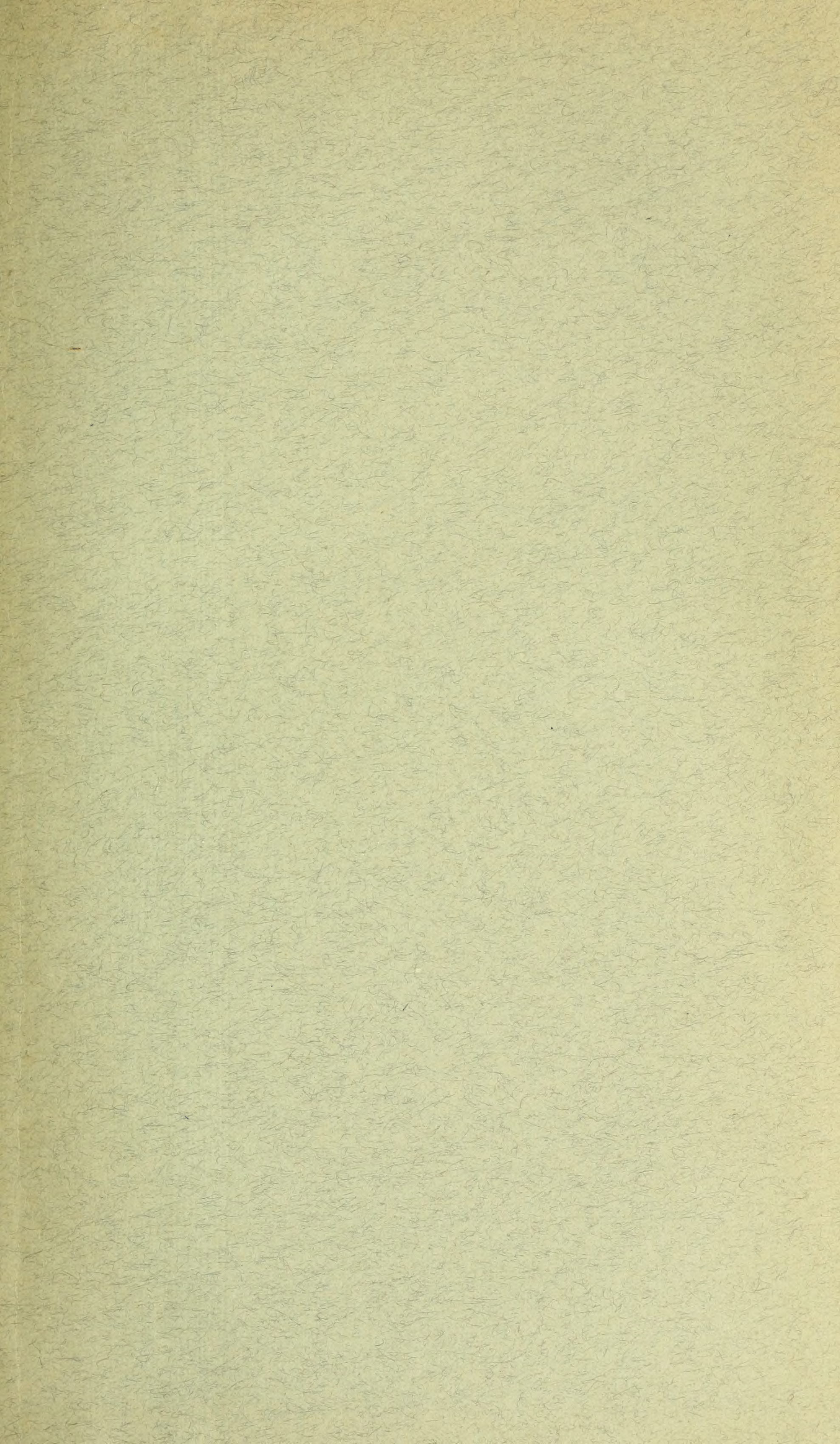






SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

SECHSUNDSIEBZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1878.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXXVI. BAND. I. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1877. — HEFT I BIS V.

(Mit 30 Tafeln und 9 Holzschnitten.)

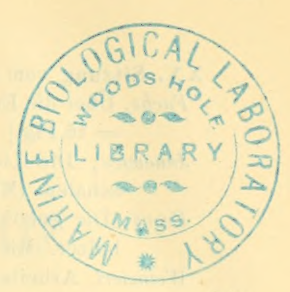
WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1878.



INHALT.

Seite

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVI. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

6.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

XIV. SITZUNG VOM 7. JUNI 1877.

Das k. und k. Ministerium des Äussern übermittelt mit Note vom 3. Juni den Bericht des k. und k. Consuls Herrn Mieksche in Canea über ein in der Nacht vom 14. zum 15. Mai dortselbst stattgefundenes Erdbeben.

Die Direction der k. k. Staats-Oberrealschule in Marburg dankt für den dieser Anstalt bewilligten akadem. Anzeiger.

Das w. M. Herr Director Steindachner dankt für die ihm zum Zwecke einer ichthyologischen Reise nach Grossbritannien und Scandinavien bewilligte Subvention.

Herr Professor Dr. Sigmund Exner in Wien dankt für den ihm in der diesjährigen feierlichen Sitzung zuerkannten Ig. L. Lieben'schen Preis.

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung: „Beobachtungen über die Entstehung des Zellkernes".

Herr Med. Dr. August v. Mojsisovics, Privatdocent an den beiden Hochschulen zu Graz, übersendet eine Abhandlung: „Kleine Beiträge zur Kenntniss der Anneliden. I. Die Lumbricidenhypodermis".

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über eine Methode zur Bestimmung des Siedepunktes", vorläufige Mittheilung von den Herren Professoren Dr. Al. Handl und Dr. Richard Přibram in Czernowitz.
2. „Directe Construction der Contouren von Rotationsflächen in allgemein schiefer Projection", von dem Assistenten der technischen Hochschule in Wien, Herrn Levin Kuglmayr.
3. „Theorie und Lösung der irreductiblen transcendenten Gleichungen mit mehreren Unbekannten und höherer Ordnung" II. Theil, von Herrn stud. techn. Ludwig Grossmann in Wien.

Das w. M. Herr Prof. E. Suess legt eine Abhandlung des Herrn Dr. W. Waagen d. Z. in Wien, betitelt: „Über die Vertheilung der fossilen Organismen in Indien“ zur Aufnahme in die Denkschriften vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg: Bulletin. Tome XXIII. Nr. 3. St. Pétersbourg, 1877; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Jänner u. Februar 1877. Berlin, 1877; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Band 89. 17—21. Nr. 2129—2133. Kiel, 1877; 4⁰.

Ateneo Veneto: Atti. Serie II. Vol. XII. Anno accademico 1874—75. Punt. 4 e 5. Venezia, 1876; 8⁰.

Beobachtungen, astronomische, magnetische und meteorologische, an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1876. 37. Jahrgang. Prag, 1877; 4⁰.

Bibliothèque universelle & Revue suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LVIII. Nr. 232. 15. Avril 1877. Genève, 1877; 8⁰.

Bischoff, Th. L. D.: Historisch-kritische Bemerkungen zu den neuesten Mittheilungen über die erste Entwicklung der Säugethiereier. München, 1877; 8⁰.

Boettger, Oskar: Über die Fauna der Corbicula-Schichten im Mainzer Becken. 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXIV, Nrs. 19, 20 et 21. Paris, 1877; 4⁰.

Dedekind Richard: Über die Anzahl der Ideal-Classen in den verschiedenen Ordnungen eines endlichen Körpers. Festschrift zur Säcularfeier des Geburtstages von Carl Friedrich Gauss. Braunschweig, 1877; 4⁰.

Denza, Francesco, P. Barnabita: Osservazioni della declinazione magnetica. Roma, 1876; 4⁰.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XX (neuer Folge X.) Nr. 4. Wien, 1877; 4⁰.

— Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. X. Jahrgang, Nr. 8 & 9. Berlin, 1877; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XII. Band, Nr. 10 und 11. Wien, 1877; 4⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVIII. Jahrgang, Nr. 19—22. Wien, 1877; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. II. Jahrgang, Nr. 19—22. Wien, 1877; 4°. — Zeitschrift: XXIX. Jahrgang. V. Heft. Wien, 1877; 4°.

Istituto Veneto reale: Atti dal Novembre 1875 all' Ottobre 1876. Tomo II. Serie 5. Dispensa decima. Venezia, 1875—1876. Tomo III, Serie 5. Dispensa 1ª, 2ª e 3ª. Venezia, 1876—77; 8°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. VII. Band. Jahrgang 1875, Heft 2. Berlin, 1877; 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band XV, 6. u. 7. Heft. Leipzig, 1877; 8°.

Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag: Jahres-Bericht. Vereinsjahr 1876—77. Prag, 1877; 8°.

Leyden, Universitäts-Bibliothek: Catalogus codicum orientalium auctore Dr. M. Th. Houtsma. Vol. VI. Pars prior. Lugduni Batavorum, 1877; 8°.

Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College: Annual Report of the Trustees for 1876. Boston, 1877; 8°.

Nature. Nrs. 394—396. Vol. XVI. London, 1877; 4°.

Newcomb, Simon: Investigation of corrections to Hansen's Tables of the Moon. Washington, 1876;

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger. VIᵉ Année, 2ᵉ Série, Nr. 47—49. Paris 1877; 4°

Société botanique de France: Bulletin. Tome XXIII 1876. Revue bibliographique E. Paris; 8°.

— géologique de France: Bulletin. III. Série; Tome V. 1877; Nr. 3. Paris, 1876—77; 8°.

— littéraire scientifique et artistique d'Apt: Mémoires. N. S. Tome I. Nr. 4. Feuilles 16 à 26. Apt, Avril, 1877; 8°.

— mathématique de France: Bulletin. Tome V. Nr. 3. Paris, 1877; 8°.

Society, the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XXXVII. Nr. 6. April 1877. London; 8°.

Strasser, P. G.: Mittlere Örter von Fixsternen bezogen auf das mittlere Äquinoctium 1870. 0. Kremsmünster, 1877; 8°.

Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien: Schriften. Wien, 1877; 12⁰. — Adam Freih. v. Burg. Biographische Skizze von Johann Edlen. v. Nahlik. Wien, 1877; 12⁰.

— entomologischer, in Berlin: Deutsche entomologische Zeitschrift. XXI. Jahrgang (1877), London, Berlin, Paris, 1877; 8⁰.

Volpicelli Paolo: Le Proprietà dell' Elettricità indotta contraria o di prima specie. Roma, 1876; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 20—22. Wien, 1877; 4⁰.

Kleine Beiträge zur Kenntniss der Anneliden.

I. Die Lumbricidenhypodermis.

Von Dr. Med. **August v. Mojsisovics,**

Privatdocent für Zoologie und vergleichende Anatomie an der Universität und am Polytechnicum zu Graz.

(Mit 1 Tafel.)

Die zerstreuten Mittheilungen über den Bau der Lumbriciden, welche unter Anderen von v. Leydig [1] in hervorragender Weise gegeben wurden, abgerechnet, verdankt die Wissenschaft die erste genaue monographische Bearbeitung von *Lumbricus terrestris* Linné dem hochverdienten Edouard Claparède. [2]

In dieser sorgfältig durchgeführten Studie finden sich indess einige Angaben über den feineren Bau einzelner Organtheile, die mit herrschenden Ansichten nicht immer in vollem Einklange stehen und die eine neuerliche Untersuchung zu rechtfertigen scheinen. Dies gilt beispielsweise von der Claparède'schen Auffassung der „Hypodermis", über die schon einige Jahre vorher v. Leydig seine werthvollen Erfahrungen publicirte.

Noch zu meiner Assistentenzeit begann ich diesbezügliche Untersuchungen, zu welchen mir Herr Professor Dr. F. E. Schulze in liberalster Weise einige interessante Notizen über die Haut der Lumbriciden zur Verfügung stellte; — indem ich der mir erwiesenen Freundlichkeit meinen ergebenen Dank zolle, bringe ich nachstehend als ersten Theil einer Folge von

---

[1] F. v. Leydig „Über *Phreoryctes Menkeanus* nebst Bemerkungen über den Bau anderer Anneliden" — im Arch. f. mikrosk. Anatomie, Bd. I, 1865, pag. 249 u. ff. u. a. O.

[2] Edouard Claparède, Histologische Untersuchungen über den Regenwurm *(Lumbricus terrestris Linné)* in Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. XIX, pag. 563 u. ff.

„Annelidenuntersuchungen“ einige kleine Fragmente zur näheren Kenntniss von *Cuticula*, *Hypodermis* und *Clitellum* der Regenwürmer.

Nach Claparède's Auffassung (l. c. pag. 566) besteht der Leibesschlauch der Regenwürmer aus fünf Schichten, deren erste — von aussen nach innen gerechnet — die Cuticula, deren zweite die Hypodermis darstellt.

Was diese letztere betrifft, fügt sich Claparède der von Leydig und Kölliker vorerst vertretenen Meinung, dass jede Matrix einer Cuticula als eine Art Epithel aufzufassen sei, fügt jedoch bei, „dass die Hypodermis des Regenwurmes eine sehr abweichende Epithelart“ repräsentire.

Nach Claparède „erscheint“ die Hypodermis im Verticalschnitte als eine 0·03—0·06 Mm. dicke Schichte eines sogenannten Cylinderepithels und falle es in Flächenpräparaten sofort auf, dass die „scheinbaren“ Zellen durch eine nicht allzu spärliche Zwischensubstanz von einander getrennt seien. Das Ganze bilde ein ziemlich regelmässiges Netz, dessen circa 15 Mmm. breite Maschen die Scheinzellen, die Balken dagegen die scheinbare Intercellularsubstanz darstellen. Kerne fand er an den „vermeintlichen“ Zellenkörpern nicht. Die frühere Auffassung müsse vollkommen umgekehrt werden, indem das Balkennetz einen Zellencomplex, die Maschenräume dagegen eine Art Zwischensubstanz darstellen. Die zahlreichen in das Balkengewebe eingestreuten Kerne sind nur bei gefärbten Präparaten und zwar am schönsten in der Flächenansicht als elliptisch längliche, 0·1 — 0·15 Mm. lange Körper zu erkennen. „Zellengrenzen konnten durch kein Mittel zur Anschauung gebracht werden, auch nicht durch Zerzupfung. Das Ganze ist vielmehr als ein Wabennetz von Protoplasmalamellen mit eingestreuten Kernen zu betrachten, das sich in der Flächenansicht wie ein Fadennetz ausnimmt“ u. s. w. Schliesslich erwähnt Claparède, dass Leydig bei *Lumbricus* sehr deutliche Zellenterritorien mit je einem rundlichen Kern gezeichnet und diese Zellen geradezu als cylindrische beschrieben hätte. „Ohne die Anwesenheit der

Zellenterritorien bestimmt in Abrede zu stellen", müsse er erklären, dass er sie nicht erkennen konnte.

Betrachtet man Verticalschnitte durch die Haut eines wie immer gehärteten Regenwurmes, so präsentirt sich die Hypodermis (siehe Fig. 2) als eine gewöhnlich hohe Cylinderzellenlage, die in ihrer Wesenheit von Leydig richtig erkannt, indess doch einige Abweichungen darbieten kann, die erwähnenswerth sind. Unter Anderen finden sich nämlich stets Zellen, die nach einer[1] oder nach beiden Seiten zu spitz ausgezogen sind und fast immer einen oft auffallend grossen Kern mit *nucleolus* ohne Färbemittel erkennen lassen. Bisweilen zeigt sich an dem einen verjüngten Zellenende eine dichotomische Theilung (siehe Fig. 1) in äusserst zarte Fädchen, die, wie schon Leydig[1] beobachtete, dadurch, dass mehrere derartige Zellen neben einander gelagert sind, ein dichtes, feinfaseriges Wurzelwerk nach unten bilden können. Die „strahligen Körper und Krummeln" indess, die nach Behandlung mit *Kali bichromicum* die Zwischenräume dieses Wurzelwerkes ausfüllen und die auch v. Leydig erwähnt, sind wohl nur Artefacta.

Zwischen diesen spitz ausgezogenen Zellen, die sich durch Müller's Lösung leicht und schön isoliren lassen, zeigen sich grob granulirte, kolbig verdickte, bisweilen flaschenartige Zellen (ihr Inhalt besteht nach Claparède aus kaum 1 Mmm. im Durchmesser betragenden Kügelchen), die theils gekernt, theils schon kernlos, als „einzellige Drüsen" aufzufassen sind ähnlich den schon für andere Anneliden wiederholt beschriebenen.[2] Sie haben die mannigfaltigsten Formen — auch ihr Inhalt bietet verschiedenes Ansehen dar (siehe nebst Fig. 2 auch Fig. 9 und 10).

---

[1] Über *Phreoryctes Menkeanus* etc. pag. 259.

[2] Siehe darüber v. Leydig's citirte Arbeiten ua. O. — ganz ähnliche Drüsen (vergl. die Citate) sind z. B. von Hirudo bekannt — sie sind an jungen, noch durchsichtigen Thieren besonders gut zu studiren und beobachtet man an ihnen häufig das Austreten eines Theiles ihres Inhaltes in Form kugeliger Secrettröpfchen. (F. E. Schulze u. A.) — Über den muthmasslichen Zusammenhang dieser Drüsenzellen mit Nervenfasern s. Leydig l. c.

Diesen letzteren entsprechen auch zahlreiche feine Porencanälchen der Cuticula,[1] die mit dieser im Nachfolgenden eingehendere Berücksichtigung finden werden.

Eine discrete Membran ist übrigens an all' diesen Zellen nach Maceration nicht nachweisbar; hingegen sieht man an senkrechten Durchschnitten der Hypodermis, die in wasserfreiem Alkohol erhärtet wurde, eine in der That dicke Intercellularsubstanz, die Claparède wohl veranlasst haben mochte, von „Wabenräumen" zu sprechen; sehr deutlich überzeugt man sich von diesem scheinbaren „Balkengewebe" an Horizontalschnitten, die mit Pikrocarmin oder mit Blauholzlösung tingirt wurden.

Nach unten zu, das heisst gegen die erste Muskelschichte hin, finde ich in Übereinstimmung mit allen früheren Beschreibern dieses Objectes eine scharfe Grenze gegeben, die sich wie ein hyaliner Saum zwischen die nach unten zu oft kolbig verdickten Hypodermiszellen und die Ringmuskelschichte einschiebt.

Was also, dem Gesagten zufolge, die Claparède'schen Wabenräume betrifft, so sind diese zumeist schön gekernte, unzweifelhafte Epithel- oder Drüsenzellen, die nur in verschiedenen Füllungszuständen erscheinen, einmal verschrumpft, einmal strotzend voll ihres oft grobkörnigen Inhaltes. Die elliptisch länglichen Kerne (Claparède, l. c. pag. 568) sehe ich auch (beschrieb sie oben); sie gehören den nicht als Drüsen functionirenden, spitz ausgezogenen oder sonst durch ihr Nebeneinandergelagertsein anderweitig veränderten Zellen der Hypodermis an (siehe Fig. 1 und 2). In dem bis jetzt beschriebenen Theile der Hypodermis sehe auch ich keine Pigmentkörner, dieselben liegen hier in der Ringmuskelschicht (siehe Fig. 3).

Der Vollständigkeit des Gesammtbildes wegen seien hier noch die „Geschmacksknospen" erwähnt, die v. Leydig entdeckte und für *Hirudineen* und *Lumbriciden* als „Tastorgane" zuerst näher beschrieb.

Sie finden sich in der Hypodermis des Kopfsegmentes, zumal schön in der Oberlippe, eingebettet zwischen die bereits

[1] Vergl. v. Leydig's u. Claparèdés citirte Arbeiten.

geschilderten Epithelzellen als wahrhaft kelch- oder becherförmige Organe (siehe Fig. 3 und 5); über ihren feineren Bau berichte ich in einer folgenden Mittheilung.

Ein besonderes Interesse bietet der zuerst von Claparède[1] eingehender geschilderte Sattel *(Clitellum autor.)*, jene eigenthümliche Verdickung der obersten Schichten des Leibesschlauches, die bei der Begattung und der Coconsbildung[2] eine hervorragende Rolle spielen soll. Ohne zu einem näheren physiologischen Verständnisse dieser merkwürdigen, nicht zu jeder Jahreszeit gleich mächtig entwickelten Bildung[3] gelangt zu sein, gebe ich einige kleine Details zu Claparède's Mittheilung, die vielleicht die Erkenntniss, wenigstens des anatomischen Baues, etwas näher legen dürfte.

„Das Eigenthümliche des Clitellums" sagt Claparède, „besteht im Auftreten von zwei neuen Schichten, die sich zwischen Hypodermis und Ringfaserschicht einschieben. Die äussere, sogleich unter der Hypodermis liegende will ich als Säulenschicht bezeichnen, die andere ist eine Gefässschichte."

Wie Claparède nachwies, erreicht die Säulenschicht eine Dicke bis 0·4 oder 0·5 Mm. ($^3/_4$ der Gesammtdicke der Leibeswand). „Sie besteht aus eng aneinander liegenden unregelmässig prismatischen, zur Achse des Thieres radiär gerichteten Säulen. „Jede Säule ist 0·03 bis 0·04 Mm. breit und ruht mit der Basis auf der Gefässschicht, während sie mit dem entgegengesetzten Ende an die Hypodermis stösst."

„Sie besteht aus einer Rinde und einem Inhalt. Die Rinde wird durch ein homogenes Bindegewebe mit eingestreuten länglichen, circa 4 Mm. langen Kernen gebildet" etc.

„Auf der Innenfläche der Rinde", fährt Claparède fort, „in das Innere der Säule vorspringend, kommen körnige Proto-

---

[1] L. c pag. 577.

[2] Siehe darüber auch Fritz Ratzel und Dr. M. Warschawsky „Zur Entwicklungsgeschichte des Regenwurmes *(Lumbricus agricola Hoffm.)* Zeitsch. f. wiss. Zool., Band XVIII., pag. 547.

[3] Dass sie u. A. dem *Genus Criodrilus* Hoff. fehlen soll, scheint dem näheren Verständniss dieser Bildung keineswegs günstig.

plasmahaufen mit je einem rundlichen 5 Mmm. breiten Kern versehen vor. Ausserdem verlaufen in der Rinde Capillaren, die sowohl auf Quer- wie Längsschnitten zu erkennen sind."

In dem Säuleninhalte unterscheidet Claparède zweierlei Regionen, eine obere und eine untere. Die obere bestehe aus zahlreichen, der Säulenachse annähernd parallel verlaufenden circa 0·4—0·5 Mm. breiten Schläuchen, die mit runden „blassen", kaum 0·1 Mm. dicken Körnern erfüllt sind. Die Schläuche seien ähnlich den körnerhaltigen „Wabenräumen" der Hypodermis, „obgleich sie verhältnissmässig breiter sind". Sie stossen nach Claparède mit ihrem oberen Ende an die Hypodermis und „scheint" ihm ein directes Zusammenhängen dieser Schläuche mit den „Wabenräumen" wahrscheinlich. Man könne sich die Schläuche der Sattelsäulen als durch Einwachsen der Hypodermisdrüsenkörper bis in die Säulen hinein hervorgebracht vorstellen.

An den Schläuchen kann Claparède ebensowenig wie an den Wabenräumen der Epidermis „die Kennzeichen einer zelligen Zusammensetzung erkennen". Einzellige Drüsen dürfe er sie nicht nennen, da sie keine Spur von einem Kerne enthielten. Carminlösung lasse sie durchaus ungefärbt.

Die unteren Säulenhälften zeigen beim ersten Blick homogenen Inhalt, es lasse sich jedoch bei genauer Untersuchung erkennen, „dass sie durch dünne Scheidewände in viele Räume zerfallen".

„Diese, spärliche Kerne enthaltenden Scheidewände sind meist gewölbt, mit nach unten gekehrter Convexität. Die Räume selbst sind mit einer, bei den stärksten Vergrösserungen nur sehr fein granulös erscheinenden Substanz gefüllt" etc.

Eine physiologische Deutung dieser Structur wagt Claparède nicht. Über die von D'Udekem [1] gemachte Angabe unter der Epidermis seien: „glandes en forme de coecum", die mit den Chloragogenzellen des Darmes vergleichbar wären, äussert sich

---

[1] D'Udekem „Développement du Lombric terrestre" Académie Royale de Belgique — Savants étrangers 1856, pag. 25.

Die in dieser Abhandlung auf Pl. I, Fig. 20 gegebene Abbildung ist geradezu nichtssagend.

Claparède wohl mit Recht, dass von diesen Säcken durchaus nichts zu finden sei. [1]

Die Untersuchung des Clitellums unternahm ich an drei Lumbricidenspecies: an *Lumbricus agricola (terrestris Linné)* Hoffmann, *Lumbricus communis* Hoffm. und an dem in Triest häufigen, enorm grossen *Lumbricus complanatus autor.*, welchen ich in grösserer Anzahl durch die Güte des Herrn Dr. E. Graeffe, Inspectors der zoologischen Station in Triest beziehen konnte. — An der letztgenannten Art (*L. complanatus*) erreicht der Sattel eine Länge von 2½ Centimetern und beginnt durchschnittlich am 30. oder 32. Leibessegmente, bei *Lumbricus agricola* zählte ich circa 33—37 Segmente[2] vor dem Clitellum, und fand dieses selbst an grösseren Exemplaren 17—20 Millimeter lang. Ungeachtet die Begattungszeit der Regenwürmer in die Monate Juni—Juli fällt,[3] fand ich schon im Vorfrühjahre (Ende Februars und März) das Clitellum strotzend gefüllt, äusserlich feucht und klebrig.

Zum Studium dieser interessanten Bildung erwies sich die Härtung der Sattelregion in wasserfreiem Alkohol am zweckmässigsten; Chromsäure, Osmium u. s. w. boten wenig erhebliche Vortheile.

Bei der Betrachtung eines Verticalschnittes durch den Sattel der Regenwürmer fällt es sofort auf, dass die Hypodermis desselben einen wesentlich anderen Bau besitzt als die der übrigen Körpersegmente.

Indem nämlich die enorm verlängerten Drüsenzellen derselben nicht durch einen Grenzsaum von der sonst überall gleich unter der Hypodermis gelagerten Ringmuskelschichte geschieden sind, sondern als meist lange, in eine Spitze ausgezogene Zellkörper sich in eine hier neu hinzutretende Gefäss- und Drüsen-

---

[1] Über die anderen Autoren siehe Claparède. l. c. pag. 579.

[2] Nach D'Udekem l. c. beginnt der Sattel am 28.—29. Leibesringe; Länge und Lage des Sattels scheint indess ziemlich variabel zu sein. — Nähere Angaben über die Zeit seiner höchsten Ausbildung und der darauf folgenden Rückbildung etc. gibt D'Udekem l. c.

[3] Claus, Zoologie, III. Aufl., pag. 416.

schichte verlieren, gewinnt die Hypodermis ein derart abweichendes. Ansehen, wie es aus Fig. 11 ersichtlich ist. Diese neu hinzutretende Schichte, die sich zwischen den äusseren Muskelschlauch und die Hypodermis einschiebt und die vorwiegend die Höhe und Mächtigkeit des Sattels bedingt, ist die sogenannte „Gefässschichte“ und Claparède's „untere Säulenregion.“

Betrachtet man indess die oben erwähnten Zellen der Sattelhypodermis (im Sinne Claparède's: Hypodermis plus „obere Säulenregion“), so gewahrt man insoferne eine Abweichung von den früher geschilderten Hypodermiszellen, als sie mit einem ganz auffallend grobkörnigen Inhalte erfüllt sind, der bei starker Vergrösserung sich wie ein dicht gedrängtes Conglomerat von sechseckig prismatischen oder kubischen Secretkörnchen ausnimmt. Die Basis, d. h. die verbreiterten oberen Enden dieser Drüsenzellen ist fast stets gegen die Cuticula gekehrt, die spitzen Enden, wie erst bemerkt, nach unten gerichtet.

Entsprechend seiner Auffassung zeichnete Claparède eine scharfe Grenze zwischen seine obere Säulenregion und seine Hypodermiswabenräume; ich vermag an gelungenen Verticalschnitten eine solche nicht zu sehen, selbst wenn ich die „obere Säulenregion“ als etwas von der Hypodermis Verschiedenes betrachten würde (siehe auch die Fig. 9 und 10). (Claparède vermuthete übrigens schon, dass diese enorm langen, grob granulirten „Schläuche“, wie er sie nennt, „vielleicht durch Auswachsen der Hypodermiswabenräume“ entstanden sein möchten.)[1] Schrägschnitte, zumal nahe der Grenze von Clitellum und der übrigen Hypodermis ergaben mir Bilder, die der Claparède'schen Auffassung auf den ersten Blick hin nicht ungünstig schienen; bei wiederholten Vergleichen einer grösseren Reihe von Schnitten überzeugt man sich indess, dass seitens Claparède's hier ein Irrthum vorliegen dürfte. Wir haben vielmehr in den Zellen der Sattelhypodermis und in den „Schläu-

---

[1] Indess zeichnet er auch die Hypodermis des Sattels wie sonst immer und lässt unter derselben die „verhältnissmässig breiteren“, den körnerhaltigen Wabenräumen aber sehr ähnlichen Schläuche zum grossen Theile gesondert entstehen. L. c. Taf. XLVI, Fig. 1.

chen" der oberen Säulenregion eine und dieselbe Art genau dem Zellbegriffe entsprechender Gebilde, die zwar bisweilen von verschiedener Grösse hinsichtlich ihrer Umgrenzung und ihres grob granulirten Inhaltes aber vollständig übereinstimmen.

Dieselben sind ferner durchschnittlich an ihrem oberen, der Cuticula zugewandten Ende von gleicher Breite oder aber sie zeigen je nach ihrem Füllungszustande unregelmässige seitliche Ausbuchtungen, die übrigens in dem oberen Theile (Claparède's Hypodermis) eben so häufig sein können, wie in den tieferen Schichten (siehe Fig. 10).

Sehr bemerkenswerth scheint der Umstand, dass sich sämmtliche Drüsenzellen der Sattelhypodermis in dem hier erörterten Sinne chemisch gleich und von den nachstehend zu besprechenden tiefer gelegenen „Säulen der unteren Region" wesentlich different verhalten; während nämlich erstere nach Tinction mit Natronpikrocarmin sich intensiv roth färben (siehe Fig. 9), nehmen letztere („die unteren Säulen") ein grellgelbes Colorit an;[1] Haematoxylinlösung färbt die erstgenannten Zellen schön blau-violett, die Drüsen oder „Schläuche" der unteren Region bleiben nahezu untingirt — weisslich.

Es erübrigt nun die Besprechung der „Gefässschicht" und der unteren Region der Säulenschichte (im Sinne Claparède's).

Über die Gefässschichte kann man wohl kaum eine von der Claparède'schen Darstellung differirende Meinung haben. Dass sie zu gewissen Zeiten mehr ausgebildet ist, manchmal sehr zurücktritt, steht nur im Einklange mit der wechselnden Mächtigkeit des Sattels überhaupt, dürfte indess zu erwähnen sein.

Die Capillaren treten zwischen den Bündeln der Ringmuskelschicht in grosser Anzahl hervor, verknäueln sich zu kleinen Gefässconvoluten, für die man den Namen einer eigenen

---

[1] Nicht nur die in absolutem Alkohol erhärteten Clitella tingiren sich in der beschriebenen Weise — auch durch *Solutio Mülleri* isolirte Zellen des Sattels nehmen nach mehrstündigem Verweilen in mässig starker Lösung von Natronpikrocarmin das erwähnte Colorit an.

Gefässschichte wohl beibehalten kann; aus diesen entwickeln sich oder setzen sich vielmehr directe fort gerade oder in leichten Serpentinen aufsteigende feinere Haarröhrchen, die bis zur Höhe der ursprünglichen Hypodermis gelangen, dann zweimal rechtwinkelig sich abknicken oder einige complicirtere Verschlingungen eingehen und hierauf wieder nach unten ziehen.

So fremdartig es auch klingt, die Blutgefässe gelangen im Clitellum wenigstens zur Zeit seiner höchsten Ausbildung bis in die unteren oder mittleren Partien des hier so eigenartig modificirten Epithels.

Die „untere Region" der Säulenschichte beginnt mit einem scharfen Grenzsaume unmittelbar über der Ringmuskelschichte. Sie wird vorwiegend gebildet durch ein bindegewebiges, zartes Balkennetz oder Balkengerüste, dessen lange Fasern zumeist senkrecht in die Höhe, d. h. zur Hypodermis emporziehen, wo sie sich ohne deutlich erkennbare Abgrenzung zwischen den „langen" Drüsenzellen der Hypodermis (siehe Fig. 10 und 11) verlieren.

In besagtem Balkengerüste findet sich zahlreiches Pigment in Form kleiner Häufchen und isolirter Körnchen eingestreut, es begleitet die Capillarröhrchen und findet sich auch über den Blutgefässen in der Hypodermis. Pigmentzellen mit ovalem Kerne sehe ich hier nicht (vergl. Fig. 11). In den Zwischenräumen des bindegewebigen Gerüstes liegen auffallend gestreckte, überaus fein granulirte Drüsenschläuche, die mit breiter Basis ober der Grenze von der ersten Muskelschichte beginnend sich nach oben zu allmälig verjüngen und, bisweilen zwischen den langen Hypodermiszellen emporziehend, spitz enden; indess beginnen nicht alle Drüschen in gleicher Höhe — es erklärt sich hieraus vielleicht das von Claparède gegebene Bild und dessen muthmasslich irrige Deutung. Öfter sah ich einen mässig grossen Kern in dem dickeren Basaltheile dieser Drüsen gelagert (siehe Fig. 11).

Die Frage nach der Natur dieser „Säulen" beantwortet sich am einfachsten bei Betrachtung macerirter Clitella.[1] Man

---

[1] Siehe darüber pag. 9, Anmerkung.

erkennt sie an solchen als enorm grosse „Drüsenschläuche“ von bereits geschilderter Form, die in jeglicher Beziehung dem Kriterium einer einzelligen Drüse entsprechen.

Die Claparède'sche Rindenschichte seiner „Säulen“ kann ich, dem Gesagten zufolge, nur für die Faserzüge des stützenden Bindegewebsgerüstes und seinen Säuleninhalt nur für die Drüsenzellen oberwähnter Art ansehen. Die zahlreichen Kerne, die Claparède in der „Rinde“ beobachtete, scheine ich übersehen zu haben. Was schliesslich noch die Querscheidewände zwischen den einzelnen Säulen betrifft, so sind diese quere Züge des geschilderten Bindegewebsgerüstes. Diese eben dargelegte Auffassung der Sattelstructur findet eine weitere Stütze an Bildern, die man durch Horizontalschnitte erhält (siehe Fig. 12).

In kurzem Resumé des Gesagten ergäbe sich daher Folgendes:

Das Clitellum besteht aus zweierlei völlig verschiedenen Drüsenformen:

1. Aus oberen, unmittelbar unter der Cuticula gelagerten, meist langgestreckten, mit grobkörnigem Inhalte erfüllten Drüsenzellen, die wohl als modificirte Hypodermiszellen aufgefasst werden dürfen.

2. Aus unteren, äusserst fein granulirten, häufig durch einen schönen Kern ausgezeichneten Drüsenzellen, die in ein pigment- und gefässreiches, bindegewebiges Netzwerk eingebettet sind. Eine scharfe Grenze zwischen beiden Drüsenformen ist nicht nachweisbar und die erwähnten Gefässschlingen ziehen bis in das modificirte Epithel empor, in dem man auch gelegentlich Pigmenthäufchen eingelagert beobachten kann.

3. Beide Drüsenarten verhalten sich chemisch different.

Der Bau der Cuticula ist durch Kölliker, Leydig, Claparède u. v. A. bereits so genau bekannt geworden, dass

wohl nur sehr wenig Neues wird hinzugefügt werden können.

Wie bekannt stellt die Cuticula eine hyaline — an grösseren Lumbricidenarten bis circa 0·5 Mm. dicke — Membran dar, die ihrer Matrix (der Hypodermis) unmittelbar aufliegend, durch ein sich häufig rechtwinkelig durchkreuzendes Streifensystem, das nach Leydig auf Furchungslinien zu beziehen wäre, ausgezeichnet ist (siehe Fig. 4).

Wie F. E. Schulze zuerst beobachtete, sind die Fasern dieses Streifensystems [1] isolirbar und lassen sich an Querschnitten durch die Cuticula zwei verschiedene Schichten an derselben unterscheiden; eine dicke, innere circuläre, und eine äussere, aus längsverlaufenden Fasern gebildete (siehe Fig. 7).

Die isolirte Cuticula zeigt bei Oberflächenbetrachtung mit durchfallendem Lichte und stärkerer Vergrösserung verschiedene Poren, die theilweise schon bekannt und zumal von Leydig genauer beschrieben sind; es entsprechen die grösseren derselben den Mündungen der Generationsorgane und der Schleifenorgane, den Borsten u. s. w., überdies findet man eine ziemlich reichliche Anzahl von feineren Poren, die indess zum Theil derart unregelmässig vertheilt sind, dass sie an einzelnen Körpertheilen ganz zu fehlen scheinen; wie F. E. Schulze nachwies, vermisst man sie mit Sicherheit an den Cuticularscheiden der Borsten.

Dass diese zuletzt genannten Porencanäle den Ausmündungen der Hypodermisdrüsenzellen entsprechen, wies schon Leydig [2] in überzeugender Weise nach und lässt sich die Richtigkeit dieser Beobachtung an jedem Verticalschnitte durch die Regenwurmhaut bestätigen (siehe Fig. 2, 3, 5, 6, 8). Claparède vermuthete bloss, dass jedem feineren Porencanälchen „möglicherweise“ je einer der „Wabenräume“ entsprechen dürfte.

Bemerkenswerth und in der mir zugänglichen Literatur bisher nirgends erwähnt, sind gewisse Stellen der Cuticula des

---

[1] Zumal nach Behandlung mit *Solutio Mülleri.*

[2] F. v. Leydig, Über *Phreoryctes Menkeanus* Hoffm. etc. Archiv f. mikr. Anat. Bd. I, pag. 249.

Kopfsegmentes, zumal der Oberlippe; hier finden sich, wie F. E. Schulze entdeckte, bei senkrechtem Durchschnitte hellere, concav ausgebuchtete Partien, in welchen eine Gruppe feinster Porencanälchen dicht zusammengedrängt liegt (Fig. 6). Verständlicher wird das Bild bei einer Oberflächenbetrachtung des die vordersten Körperabschnitte bekleidenden Cuticularüberzuges; man erkennt hier rundliche oder ovale inselförmige Gruppen von feinsten wie punktförmigen Durchbohrungen (siehe Fig. 4). Es liegen diese Poreninselchen unregelmässig zerstreut zwischen oben geschilderten grösseren Porencanälchen des Streifensystems — und zwar entspricht jedes derselben in der Lagerung je einer Geschmacksknospe; thatsächlich treten die zarten Härchen dieser letzteren durch diese überaus feinen Canälchen hindurch (siehe Fig. 4, 5, 6).

Tafelerklärung.

Fig. 1. Epithel und Drüsenzellen der Hypodermis von *Lumbricus communis;* macerirt durch *Solutio Mülleri.* Hartnack Obj. VIII. Ocul. 3. Vergr. 1:430.

„ 2. Senkrechter Schnitt durch die Hypodermis; ebendaher; Alkohol präparat. Vergrösserung wie vorhin.

„ 3. Geschmacksknospe in der Hypodermis der Oberlippe von *Lumbricus agricola.* Senkrechter Schnitt. Alkoholpräparat. Etwas schematisirt. Hartn. Obj. IX. Ocul. 2. Vergr. 1:400.

„ 4. Cuticula in Flächenansicht von *Lumbricus complanatus* durch *Solutio Mülleri* isolirt; zeigt die Poreninselchen der Sinneshärchen. Hartn. IX. Ocul. 3. Vergr. 1:550.

„ 5. Senkrechter dicker Schnitt durch die Oberlippe von *Lumbricus agricola* zur Demonstration der Lagerung der Geschmacksknospen in der Hypodermis zu einander. Alkoholpräparat. Hartn. VIII. Ocul. 3. Vergr. 1:430.

„ 6. Senkrechter Schnitt durch die Cuticula der Oberlippe eines Regenwurmes; zeigt die Porencanäle der Sinneshärchen. Vergr. circa 1:430.

„ 7. Cuticula eines Regenwurmes, senkrecht durchschnitten zur Darstellung der inneren circulären und äusseren Längsschichte (schematisirt). Vergr. wie vorhin.

„ 8. Cuticula senkrecht durchschnitten; ebendaher; zeigt Porencanäle für die Drüsenzellen. Vergr. wie vorhin.

„ 9. Senkrechter Schnitt durch das Clitellum eines *Lumbricus agricola.* Alkoholpräparat tingirt mit Natronpikrocarmin. Hartn. VIII. Ocul. 3. Vergr. 1:430.

„ 10. Schräger Schnitt durch das in wasserfreiem Alkohol gehärtete Clitellum eines *Lumbricus agricola* (grosses Exemplar). Hartn. Obj. VIII. Ocul. 2. Vergr. 1:300.

„ 11. Senkrechter Schnitt durch das Clitellum eines *Lumbricus complanatus.* Alkoholpräparat tingirt mit Hämatoxylinlösung. Die Blutgefässe sind nachträglich colorirt. Hartn. Obj. VIII. Ocul. 3. Vergr. 1:430.

„ 12. Horizontaler Schnitt durch das Clitellum von *Lumbricus complanatus* in der Höhe der unteren Drüsenschichte. Die Capillaren sind nachträglich colorirt. Hartn. Obj. IX. Ocul. 2. Vergr. 1:400.

Fig. 1

Fig. 2.

Fig. 3

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 11.

Fig. 10

Fig. 9.

Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 12



XV. SITZUNG VOM 14. JUNI 1877.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über die Einwirkung von Brom auf Phloroglucin", von Herrn Dr. Rudolf Benedikt, Adjunct an der k. k. techn. Hochschule in Wien.
2. „Untersuchungen über die Mittel zur Säurebildung im Organismus und über einige Verhältnisse des Blutserums", von Herrn Prof. Dr. Rich. Maly in Graz.
3. „Über einen neuen Beweis des Fundamentalsatzes von Pohlke", von Herrn Prof. Carl Pelz in Graz.
4. „Über einen in die Theorie der höheren Gleichungen gehörigen Satz" und über „Entwicklung des Wurzelausdruckes einer quadratischen Gleichung", von Herrn Jacob Zimels in Brody.

Das w. M. Herr Director Tschermak legt eine Arbeit des Hrn. L. Sipöcz vor, welche die Prüfung einer Methode enthält, die zur Bestimmung des Wassers in Silicaten dient.

Herr Dir. Tschermak spricht ferner über eine von Herrn Sipöcz ausgeführte Untersuchung, welche die Minerale Kenngottit und Miargyrit zum Gegenstande hat.

Herr Professor A. Bauer macht eine Mittheilung über die Bildung von Pimelinsäure.

Herr Dr. Emil v. Marenzeller überreicht die im Auftrage der kais. Akademie unternommene Bearbeitung der Cölenteraten, Echinodermen und Würmer, unter dem Titel: „Die Cölenteraten, Echinodermen und Würmer der k. k. österreichisch-ungarischen Nordpolexpedition". (Mit 4 Tafeln.)

Während der Sitzung langte ferner eine von Herrn Prof. A. Weiss in Prag eingesendete Arbeit des Herrn Dr. J. Kreuz ein: „Über die gehöften Tüpfel des Xylems der Laub- und Nadelhölzer".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie royale de Copenhague: Oversigt over det kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingar og dets Medlemmers Arbejder i Aaret 1877. Nr. 1. Kjøbenhavn, 1877; 8⁰.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXIV 1876—77. Serie terza. Transunti Vol. I. fascicolo V. — Aprile, 1877. Roma, 1877; 4⁰. — Pontificia de' Nuovi Lincei. Atti. Anno XXX, sessione Iᵃ del 17. Decembre 1876. Roma, 1876; 4⁰.

Akademie, kaiserl. Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XIII. Nr. 9—10. Dresden, 1877; 4⁰.

American Chemist. Vol. VII. Nr. 9. Whole Nr. 81. New York, 1877; 4⁰.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LX. Theil, 3. Heft. Leipzig, 1877; 8⁰.

— for Mathematik og Naturvidenskab. Første Bind; første — fjerde Hefte. Kristiania, 1876; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Band 89. 22. Nr. 2134. Kiel, 1877; 4⁰.

Cech, C. O. Dr.: Phenol, Thymol und Salicylsäure als Heilmittel der Brutpest der Bienen. Heidelberg, 1877; 8⁰.

Christiania, Universität: Universitätsschriften pro 1874—1877; 4⁰ & 8⁰. — Forhandlinger i Videnskabs — Selskabet i Christiania. Aar 1874 & 1875. Christiania, 1875—76; 8⁰. — Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. 21de Binds 1ste—4de Hefte. Christiania, 1875—1876; 8⁰. — 22de Binds 1ste—4de Hefte. Christiania, 1876—1877; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXIV, Nr. 22. Paris, 1877; 4⁰.

Eastman, J. R.: Report on the difference of Longitude between Washington and Ogden, Utah. Washington, 1876; 4⁰.

Gesellschaft, astronomische: Vierteljahrsschrift. XII. Jahrgang, 1. Heft. Leipzig, 1877; 8⁰.

Günther, Sigmund, Prof.: Die Anfänge und Entwicklungsstadien des Coordinatenprincipes; 8⁰.

Leithe, Friedrich Dr.: Die k. k. Universitäts-Bibliothek in Wien. Zur Säcularfeier ihrer Eröffnung am 13. Mai 1877. Wien; 8⁰.

Militär-Comité, k. k. technisches & administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1877. 4. Heft. Wien, 1877; 4⁰.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXIII. Band, 1877, VI. Gotha; 4⁰.

Nature. Vol. XVI. Nr. 397. London, 1877; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1877, Nr. 7. Wien; 4⁰.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXVII. Band, Jahrgang 1877. Juni-Heft. Wien, 1877; 8⁰.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger." VIe Année, 2me Série, Nr. 50. Paris, 1877; 4⁰.

Société entomologique de Belgique: Compte-Rendu. Série 2. Nr. 36. Bruxelles, 1877; 8⁰.

— géologique de France: Bulletin. 3e Série, t. IVe. 1876. — Nr. 10. Paris, 1875 à 1876; 8⁰.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XXIme Année, Nr. 1 & 2. Constantinople, 1877; 4⁰.

Society, The Zoological of Philadelphia: The fifth annual report of the Board of Directors. Philadelphia, 1877; 8⁰.

Tübingen, Universität: Universitäts-Schriften pro 1875—76. 8⁰ & 4⁰.

United States geological and geographical Survey of the Territories: Bulletin. Vol. III. Number 2. Washington, 1877; 8⁰.

Verein, physikalischer, zu Frankfurt am Main: Jahresbericht für das Rechnungsjahr 1875—1876. Frankfurt am Main, 1877; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 23. Wien, 1877; 4°.

Zöllner, C. W.: Das Lehrgebäude der Volkswirthschaft. Berlin, 1877; 8°.

XVI. SITZUNG VOM 21. JUNI 1877.

Die Direction der Landes-Unterrealschule zu Waidhofen a. d. Ybbs dankt für die Betheilung dieser Anstalt mit dem „Anzeiger" der Classe.

Das w. M. Herr Director Steindachner übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. H. Krauss, Assistenten am zoolog. Hof-Museum, betitelt: „Orthopteren vom Senegal".

Das c. M. Herr Director C. Hornstein in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über die wahrscheinliche Abhängigkeit des Windes von den Perioden der Sonnenflecke."

Der Secretär legt eine Abhandlung des Herrn Stefan Tschola Georgievicz in Wien: „Über die Ermittlung der Werthe eines Kreises auf unmittelbarem Wege", vor.

Das w. M. Herr Hofrath v. Brücke überreicht eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. Leopold Königstein, betitelt: „Beobachtungen über die Nerven der Cornea und ihre Gefässe."

Herr Dr. Josef Finger, Privatdocent an der k. k. Universität in Wien, überreicht eine Abhandlung, die den Titel führt: „Über den Einfluss der Erdrotation auf die parallel zur sphäroidischen Erdoberfläche in beliebigen Bahnen vor sich gehenden Bewegungen insbesondere auf die Strömungen der Flüsse und Winde."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXX, Sess. II^a del 21 Gennaio 1877. Roma, 1877; 4°.

— R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXIV, 1876 — 77. Serie terza. Transunti. Volume I. Fascicolo 6°. — Maggio 1877. Roma, 1877; 4°.

Akademie der Wissenschaften, königl. Bayerische: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe. 1876. Heft III. München, 1876; 8°. — Die geognostische Durchforschung Bayerns, von Dr. C. W. Gümbel. München, 1877; 4°.

Annales des Mines. VIIe Série. Tome X. 6e Livraison de 1876. Paris, 1876; 8°.

Antoine, Ch.: Des propriétés méquaniques des vapeurs. 3e Mémoire. Brest, 1877; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band 89. 23—24. Nr. 2135—2136. Kiel, 1877; 4°.

Beobachtungen, Meteorologische, angestellt in Dorpat im Jahre 1875. X. Jahrgang. II. Band, Heft 5 (Schluss). Dorpat, 1877; 8°.

Bibliothèque universelle et Revue Suisse: Archives des sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LIX, Nr. 233. — 15. Mai 1877. Genève, Lausanne, Paris, 1877; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXIV, Nr. 23. Paris, 1877; 4°.

Geological Survey of India: Memoirs. Vol. XII, parts 1 & 2. Calcutta, 1876; 8°. — Palaeontologia Indica. Vol. I. 2. Ser. X. 2. Calcutta, 1876; 4°. — Ser. XI. 1. Calcutta, 1876; 4°. — Records. Vol. IX. parts 2—4. Calcutta, 1876; 8°.

Gesellschaft, Deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. X. Jahrgang, Nr. 10. Berlin, 1877; 8°.

— naturforschende in Danzig: Schriften. N. F. IV. Bandes, 1. Heft. Danzig, 1876: gr. 8°.

— physikalisch-medicinische zu Würzburg: Verhandlungen. N. F. X. Bd. 3. & 4. Heft. Würzburg, 1877; 8°.

Hirn, G. A.: Complément à la demonstration d'un théorème relatif à la détente des vapeurs sans travail externe. Paris, 1877; 4°. — Über das Hirn'sche Gesetz von Dr. Gustav Zeuner. Dresden, 1876; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. II. Jahrgang, Nr. 24. Wien, 1877; 4°. — Zeitschrift. XXIX. Jahrgang. 6. Heft. Wien, 1877; 4°.

Institut, königl. Preussisches, geodätisches: Publication. Astronomisch-geodätische Arbeiten im J. 1876. Berlin, 1877; 4°.

Jena, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1875—76; Jena, 4° & 8°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Band XV, 8., 9. & 10. Heft. Leipzig, 1877; 8°.

— the American of Science and Arts. III Series. Vol. XIII. (Whole Number, CXIII). Nr. 78. — June, 1877. New Haven, 1877; 8°.

Marzo, Gualberto de: La Perpetuità dell' Esistente. Firenze 1877; 8°.

Nature. Nr. 398, Vol. XVI; London, 1877; 4°.

Omboni, G. Professore: Il mare glaciale e il Pliocene ai piedi delle Alpi Lombarde. Milano, 1877; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XI. Nr. 3—5. Torino, 1877; 4°.

Prentice, W. P. Argument of the Counsel to the Board of Health for the Prosecution. New York, 1877; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIe Année, 2e Série, Nr. 51. Paris, 1877; 4°.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Anno 1877. Dispensa 5^a. Maggio 1877, Palermo; 4°.

Societatea academica romana: Annalele, Sessiunea annului 1876. Tomulu IX. Bucuresci, 1876; 4°. — Gramatec' a Limbei romane. Partea II. Sintetica. De Tim. Cipariu. Bucuresci, 1877; 4°.

Société mathematique de France: Bulletin. Tome V. Nr. 4. Paris, 1877; 8°.

Society, the Royal of Victoria: Transactions and Proceedings. Vol. XII. Melbourne, 1876; 8°.

— the Royal astronomical: Monthly notices. Vol. XXXVII. Nr. 7. Mai 1877. London, 1877; 8°.

Ungarischer Karpathen-Verein: Jahrbuch. IV. Jahrg. 1877. Kesmark, 1877; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 24. Wien, 1877; 4°.

Orthopteren vom Senegal.

Gesammelt

von Dr. **Franz Steindachner,**

Director des k. k. zoologischen Hofcabinets zu Wien.

Bearbeitet

von Dr. **Hermann Krauss,**

Assistent des k. k. zoologischen Hofcabinets.

(Mit 2 Tafeln.)

Herr Director Dr. Steindachner, der sich im Jahre 1868 in den Monaten October, November, December in der französischen Colonie am Senegal (Westküste Afrika's) behufs ichthyologischer Studien aufhielt, brachte von da neben reichen anderweitigen Sammlungen auch eine grosse Anzahl Insecten aus fast allen Ordnungen mit und überliess dieselben als Geschenk dem zoologischen Hofmuseum.

Die Orthopteren, die hier besprochen werden sollen, zeichnen sich durch eine grössere Anzahl neuer Formen und interessanter Arten aus und vervollständigen die gerade in jenem Gebiete noch wenig erforschte afrikanische Orthopterenfauna nicht unbedeutend. Für die geographische Verbreitung ist diese Sammlung nicht minder wichtig, da viele Arten, die bisher nur im östlichen oder südlichen Afrika aufgefunden wurden, nun auch für die Westküste constatirt sind, wodurch aufs Neue der Beweis geliefert wird, welch' grosse Verbreitung viele afrikanische Arten haben. Auch für die Verwandtschaft der Fauna Ostindien's mit der Afrika's finden wir bei den Orthopteren des Senegal-Gebietes neue Beispiele (*Coptacra, Hieroglyphus, Spathosternum, Ischnacrida*).

Von den 45 mitgebrachten Arten werden unten 18 als neu beschrieben. 3 Mantiden der Sammlung beschrieb Saussure in Mélanges orthopterologiques III, 1870.

Die näheren Fundorte der aufgeführten Arten sind nach der gütigen Mittheilung Director Steindachner's folgende: St. Louis an der Mündung des Senegal (französischer Friedhof), Dagana am Senegal (besonders Gärten), Taoué oder Richardstoll, Schloss mit Garten in der Nähe von Dagana, Bakel und Nordufer des Senegal gegenüber von Bakel.

Fam. **Blattina** Burm.

Phyllodromia Serv.

1. ***Ph. germanica*** L. — *Blatta germanica* Linné, Syst. Nat. II, p. 688, 9. (1766.)
   St. Louis. Kosmopolit.
2. ***Ph. cordofana*** Brunn. — *Phyllodromia cordofana* Brunner, Syst. Blatt. p. 97, 10. (1865.)
   St.Louis ♂. Ausserdem in Cordofan, Chartum gefunden.

Fam. **Mantodea** Burm.

Chiropacha Charp.

1. ***Ch. dives*** Sauss. — *Chiropacha dives* Sauss. Mélanges orth. III, p. 164, Fig. 1, 1*a*. (1870).
   St. Louis: 1 ♂, das Saussure zu seiner Beschreibung benützte. Benguela (Sauss.).

Hierodula Burm.

1. ***H. bioculata*** Burm. — *Mantis bioculata* Burm. Handb. Orthopt. p. 537, 34. (1838.)
   ♂ ♀ von St. Louis. Findet sich ferner in ganz Nordafrika, Abessynien, Syrien, Georgien und geht sogar bis Südspanien.

Oxythespis Sauss.

1. ***O. senegalensis*** Sauss. — *Oxythespis senegalensis* Sauss. Mél. orthopt. III, p. 276, Fig. 41, 41*ab*. (1870.)
   St. Louis ♂.
2. ***O. granulata*** Sauss. — *Oxythespis granulata* Sauss. Mél. orthopt. III, p. 276, Fig. 40, 40*a*. (1870.)

Dagana ♂. Beide Arten wurden nach den von Steindachner mitgebrachten Exemplaren von Saussure beschrieben.

Empusa Illig.

1. ***E. dolosa*** Serv. — *Empusa dolosa* Serv. Orthopt. p. 143, 3. (1839.)
   St. Louis: ♂ im Larvenstadium. Senegal (Serville).

Fam. **Acridiodea** Burm.

Acridium Serv.

1. ***A. anguliferum*** sp. n. T. I. F. 1. 1 A.

Breve, robustum, flavescens vel ferrugineo-fuscum; pronoto fusco-cinnamomeo flavo-variegato, fascia lata flavescente a carina inter sulcos orta ad marginem posteriorem lobi lateralis descendente, fasciis utriusque lateris angulum acutum inter se formantibus, lobo laterali inter sulcos maculis quatuor laevibus, flavescentibus, carina media flava plus minus elevata, incisuris tribus distinctissimis, pronoto antice sublaevi, pone sulcum tertium fortiter denseque punctato, granulis flavis dissipatis praedito; spina prosternali longa, valida, fortiter recurva; elytris abdominis apicem vix superantibus, venis rufescentibus, antice flavo-reticulatis, pone venas radiales flavo-fuscoque maculatis, margine postico flavescente; alis citrinis apicem versus hyalinis; tibiis posticis glauco-subroseis vel rubris, in margine exteriore spinis sex, in margine interiore spinis novem armatis, spinis basi sulphureis, medio purpureis, nigro terminatis; lamina supraanali ♂ postice bi-emarginata, basi sulcata, cercis compressis acuminatis, lamina subgenitali ♂ basi subquadrata, angulis posticis rotundatis, margine postico rostro longiusculo subacuto armata. ♂ ♀.

Long.	♂	♀
corp.	44—46mm	53—57mm.
cap.	4	5, 5—6
pron.	10—12	13—15
elytr.	31—40	40—42
fem. p.	23—25	31.

Dagana sehr häufig. Von Marno besitzt das Museum ein ♂ dieser Art aus dem Sudan (1873), das bei etwas grösseren Dimensionen mit den Exemplaren von Senegal vollständig übereinstimmt.

Steht dem *A. ruficorne* Fab. vom Cap, mit dem *A. citrinum* Serv. vom Senegal nach Stål zu vereinigen ist, wie auch 2 Exemplare unseres Museums von Sierra Leona beweisen, nahe, unterscheidet sich von ihm durch geringere Grösse, gedrungeneren Bau. Das Pronotum hat viel deutlichere Querfurchen, die den Mittelkiel tief einschneiden und zeigt kleine sehr zerstreute Höckerchen auf der ganzen Oberfläche, die bei jenem fehlen. Die Flügel überragen die Spitze des Hinterleibes kaum, bei jenem um ein Bedeutendes. Die Färbung der Hintertibien ist röthlich oder röthlich grau, bei *ruficorne* schwarzblau. Die Lamina subgenitalis trägt einen längeren schnabelförmigen Fortsatz am Hinterrand, die Hinterwinkel der Basis sind gerundet. Die Färbung des Pronotum ist für die neue Art sehr charakteristisch.

2. ***A. (Schistocerca) peregrinum*** Oliv. — *Acridium peregrinum* Oliv. Voyage dans l'empire Othom. II, p. 424. (1807.)

Dagana. Findet sich in ganz Nordafrika, in Asien und Südamerika und ist wegen seiner Verwüstungen besonders in Nordafrika bekannt.

Am Senegal trat dieses Thier im Winter (October, November) 1864 besonders in den Baumwollplantagen von Taoué äusserst schädlich auf und war schon in den 3 vorhergehenden Jahren jedesmal in den Wintermonaten in Oualo bemerkt worden. Die Heuschrecken erschienen in riesigen Schwärmen, die die Sonne verdunkelten gewöhnlich von Norden oder Osten her und richteten an den Culturgewächsen ungeheuren Schaden an. Während sie sonst alles Grüne frassen, Bäume entblätterten, liessen sie *Eucalyptus* unberührt. Junge Dattelpalmen wurden bis zum Boden abgefressen. In den Baumwollpflanzungen blieb kein Blatt, selbst die grünen Capseln wurden zerfressen oder abgebissen. Ihre Eier legten sie nach dem ersten Regen, wann der Boden erweicht war; nach 15 Tagen sollen die Jungen erscheinen. Bei der Häutung hängt sich das Thier mit den Füssen an einem Blatt auf, den Rücken nach unten, und verlässt so die alte Hülle. Den ein-

zigen Vortheil gewährten sie den Arabern, die sich aus ihnen eine Speise bereiten, die sie für sehr gesund halten (Rev. et Mag. d. Zoolog. XVIII, 1866, p. 316—320).

Während des Aufenthaltes Steindachner's in Dagana erschienen Schwärme dieser Art aus dem Norden kommend und richteten namentlich an Bäumen Verwüstungen an. Tamarindenbäume entlaubten sie in kürzester Zeit, wobei durch das Zerbeissen der Blätter und Zweige ein starkes Knistern hervorgebracht wurde, unter den angegriffenen Bäumen war der Boden augenblicklich mit abgebissenen Blättern bedeckt. Chamäleone stellten sich auf den Bäumen zahlreich ein und benützten die Heuschrecken als Nahrung.

Steindachner beobachtete ohne Zweifel dieselbe Art auf hoher See circa 200 Seemeilen von der afrikanischen Küste entfernt auf der Höhe der kanarischen Inseln, wo sie sich bei Regen auf dem Schiffe niederliessen.

Coptacra Stål.

1. ***C. variolosa*** sp. n.

Magna, robusta, luteo-ferruginea, parce fusco-maculata; capite antice thoracisque partibus omnibus (meso- et metanoto exceptis) dense eroso-punctatis, vertice a fastigio valde declivi carinula transversa sejuncta, fastigio vix excavato, obtusissimo costaque frontali inter antennas latissima grosse punctatis, carinis frontalibus infra ocellum callosis, parallelis; dorso pronoti valde rotundato, carina media distincta, sulcis tribus obsolescentibus intersecta, antice parum producto, postice rectangulo, obtuso; processu prosternali brevi, erecto, subcylindrico, obtuso; lobis mesosterni antice valde distantibus, postice convergentibus; elytris ante medium fusco-conspersis, deinde pallidioribus, unicoloribus, abdomen valde superantibus, apice oblique truncatis; alis hyalinis, venis discoidalibus fuscescentibus, area radiali oblique truncata; femoribus quatuor anticis punctatis, posticis validis, crassis, apicem abdominis attingentibus, extus pallide ferrugineis, intus albicantibus, supra densius albopilosis, maculis genicularibus arcuatis nigris, nitidis, carina superiore serrulata; tibiis posticis pilosis, glauco-subroseis, spinis luteis nigro-terminatis; tarsis posticis rubris. ♀.

Long.	♀
corp.	40mm
cap.	3,5
pron.	10
elytr.	39
fem. p.	21.

Senegal ♀.

Der Habitus dieses Thieres ist ganz der eines *Catantops* und bildet es offenbar ein Verbindungsglied zwischen *Acridium* und dieser Form. Der breite Scheitel, die starke Punktirung an der Vorderseite des Kopfes und am Pronotum, die wenig schiefgestellte Stirne, die schief abgestutzten Elytren und Flügel, die verschiedene Bildung des Mesosternum trennen es hinlänglich von *Catantops*. Die nach hinten zu convergirenden gerade abgestutzten Mesosternallappen zeigen die Verwandtschaft mit den echten Acridien.

Stål, der das Genus *Coptacra* aufstellte, kannte nur zwei asiatische Arten. Die neue Art steht der *C. praemorsa* Stål aus Hongkong, die das kaiserliche Museum durch die Novara von dort erhielt, nahe. Diese Art ist aber viel kleiner (23mm). Der Kopfgipfel steht nicht so schief und ist vom Scheitel durch keine Querleiste getrennt, das Pronotum ist vorne abgestutzt und trägt kleine Höckerchen, die Lappen der Mittelbrust divergiren nach rückwärts, auch ist die Färbung ziemlich verschieden.

Eine zweite afrikanische Art besitzt das Museum aus Sierra Leona und Pt. Natal. Ich nenne sie wegen ihrer bernsteingelben Unterflügel

2. ***C. succinea*** sp. n.

Parva, fusco-ferruginea; vertice obtuso, inter oculos bicarinato, costa frontali inter antennas latissima, grosse punctata, antennis basi gracilioribus; pronoto punctato, carina media distincta sulcis evanescentibus, antice parum, postice angulo subacuto valde producto; elytris fusco-nebulosis, corpore longioribus, alis succineis, margine apicali infuscatis; femoribus posticis intus sanguineis, supra indistincte fuscomaculatis, area infero-externa nigra, nitidissima; tibiis posticis sanguineis. ♀. Long. corp. 17—19mm.

Catantops Schaum.

1. ***C. axillaris*** Thunb. — *Gryllus axillaris* Thunb. Mém. Ac. Pét. 9. p. 426 (1824). *Acridium debilitatum* Serv. Orthopt. p. 684, 9 (1839).

Dagana ♀. Ein vollständig übereinstimmendes ♂ besass das Museum schon aus älterer Zeit vom Senegal. Cap Verde (Stål), Senegal (Serv.).

Aus dem Sudan erhielt das Museum durch Marno 2 ♀, die obiger Art sehr nahe stehen, jedoch bedeutend grösser sind (38mm); die Hinterschenkel sind kräftiger, am äussern Umfang gewölbter und zeigen hier eine mittlere feine Linie durch ausgezogene Punkte entstanden, die bei jener fehlen. Die Grösse stimmt vollständig mit dem Maasse, das Burmeister für *Acridium saucium* von der Insel St. Johanna (Strasse von Mossambique) angibt und das nach Schaum ins Genus *Catantops* gehört.

2. ***C. stylifer*** sp. n. T. I. F. 2.

Pallide testaceus; dorso pronoti punctulis paucis nigris, duobus in sulco postico positis, signato, lobis lateralibus supra leviter infuscatis, carina media antice posticeque tantum distinctiore; elytris nigro-conspersis, campo postico unicolore; femorum posticorum area media ad marginem superiorem lineola nigra notata, ceterum impicta, femoribus intus miniatis, carina interna superiore maculis quatuor nigris, una basali, altera apicali, duabus intermediis signata; tibiis posticis pallide miniatis; lamina supra-anali ♂ oblonga, postice angustata, obtusa, basi utrimque emarginata, subexcavata, parte media elevata sulco mediano percurrente, ♀ medio profunde sulcata, cercis ♂ uncinatis, basi compressis, apice latiusculis, rotundatis, extus ante apicem processu styliformi obtuso. ♂ ♀.

Long.	♂	♀
corp.	27—29mm	32mm
pron.	5	7
elytr.	24	29
fem. p.	13	15.

Dagana.

Steht dem *C. axillaris* Thunb. sehr nahe, unterscheidet sich aber von ihm durch geringere Grösse, die ins blassgelbe übergehende Färbung, die Zeichnung der Hinterschenkel, bei denen statt des grossen schwarzen Basalflecks an der Innenseite nur ein kleiner schwarzer Punkt am obern Kiel vorhanden ist; die beiden obern Querbinden fehlen, die Knielappen sind nicht schwarz. Besonders charakteristisch für die neue Art sind die Cerci ♂, die an der Basis verbreitert, gegen das Ende zu drehrund werden, hier sind sie nach innen gebogen und endigen mit einer kleinen Verdickung und Verbreiterung, unmittelbar davor entspringt nach hinten und aussen ein kurzer Fortsatz, der gerade, drehrund und stumpf ist. Die Lamina supraanalis ist bei beiden Geschlechtern der ganzen Länge nach in der Mitte gefurcht.

3. ***C. haemorrhoidalis*** sp. n. T. I. F. 3. 3 *A. B.*

Griseo-testaceus, pone oculos nigro-trivittatus; fascia laterali nigrofusca a margine antico pronoti pone oculos usque ad coxas intermedias et posticas continuata, flavo-limbata; elytris abdominis apicem satis superantibus nigro - alboque conspersis; femoribus posticis extus in area mediana fascia vel punctis duobus ante medium, carina externa inferiore pone medium punctis majoribus, carina externa superiore punctis minutis nigris signatis, intus miniatis macula basali nigra carinam supremam attingente et fasciis duabus prope carinam superiorem incipientibus per aream superiorem utriusque lateris extensis, lobis genicularibus internis tibiisque pone medium miniatis; abdomine supra miniato; lamina supranali ♂ oblonga, basi apiceque longitrorsum sulcata, lamina subgenitali obtusa cercos vix superante, cercis incurvis, parum compressis, obtusis, apice haud dilatatis; valvulis genitalibus superioribus basi margine dentato. ♂ ♀.

Long.	♂	♀
corp.	22mm	25—27mm
pron.	5	6
elytr.	18	23
fem. p.	11	14.

Dagana.

Mit *C. melanostictus* Schaum leicht zu verwechseln, jedoch schon durch die Zeichnung besonders an den Hinterschenkeln zu unterscheiden. An der Aussenfläche haben dieselben nur eine schwarze Schrägbinde, die häufig in 2 Punkte zerfällt, die untere Aussenkante ist hinter der Mitte schwarz getupft, die obere in ihrem ganzen Verlaufe fein punktirt. Die besten Unterscheidungsmerkmale geben die Hinterleibsanhänge. Die Cerci ♂ sind der ganzen Länge nach gleich dick, an der Spitze einfach abgestumpft, ohne die für *C. melanostictus* charakteristische spathelförmige Erweiterung. Die obere Scheidenklappe zeigt an der Basis des oberen Randes 3—4 deutliche Zähnchen, bei *melanostictus* ganz schwache Höcker.

4. ***C. melanostictus*** Schaum. — *Catantops melanostictus* Schaum, Peters Reise n. Mossamb. Ins. p. 134. t. 7. f. 5.

Senegal ♂. Sonstige Fundorte: Sierra Leona, Guinea (Stål), Zanzibar (M. C.), Mossambique, Cap (Schaum).

Die Lamina supraanalis ♂ ist breit, pentagonal, Seiten- und Hinterrand schwach ausgebuchtet, der Längskiel trägt vorne und hinten eine Furche und wird von einem Querkiel durchkreuzt, hiedurch entstehen nach aussen 4 concave Felder, von denen die beiden vorderen länglich viereckig, die hintern halbmondförmig sind. Die Cerci ♂ sind leicht nach innen gebogen, fast drehrund, gegen die Spitze zu spathelförmig verbreitert und schräg abgestutzt.

Caloptenus Burm.

1. ***C. unicarinatus*** sp. n.

Ferrugineus, fusco-conspersus; verticis fastigio angusto, haud sulcato, laevi, costa frontali integra, punctata, inter antennas angustiore, oculis oblongis parum prominulis; pronoto densissime punctato, antice parum producto, postice distincte obtuse angulato, carina media elevata, nitida, sulcis tribus intersecta, carinis lateralibus nitidis, subdeletis, punctatis; elytris corpore longioribus, fuscescentibus, basi obscuriore albido-maculata, pone medium fasciis duabus obliquis maculisque apicalibus albidis ornatis; alis hyalinis, venis anterioribus fuscis; femoribus posticis latissimis supra serrulato-dentatis, extus pallidis nigropunctatis, supra nigro-trifasciatis, area media interna fere tota

nigra, genubus utrinque medio nigro-maculatis; tibiis posticis pilosis, grisescentibus ante medium lateraliter nigro-maculatis, spinis apice nigris, calcaribus dense ciliatis. ♀.

Long.	♀
corp.	28mm.
cap.	3
pron.	6
elytr.	22
fem. p.	16.

St. Louis ♀.

Leicht zu erkennen an dem ungefurchten schmalen Kopfgipfel, der bogenförmig in die Stirne übergeht, die ebenfalls nicht gefurcht ist. Das Pronotum hat nur einen ausgeprägten Mittelkiel, während die Seitenkiele durch die starke Punktirung fast verwischt und nur an dem Glanze der Zwischenräume zwischen den Punkten zu erkennen sind. Die Innenseite der Hinterschenkel ist durch die schwarze Färbung ausgezeichnet, 3 schwarze Binden gehen quer über ihren Rücken bis zur oberen Seitenkante, die Aussenseite ist schwarz punktirt und zeigt im Vereinigungswinkel der beiden Aussenrippen einen grösseren schwarzen Fleck, der mit dem schwarzen Kniefleck verbunden ist.

Acorypha. Gen. nov.

Calopteno genus affine. Caput magnum, subascendens. Vertex inter oculos valde globosos angustissimus, profunde sulcatus, bicarinatus, sensim sub arcu in costam frontalem descendens. Pronotum ante medium valde constrictum, antice parum productum, lobus posticus postice rectangulus, obtusiusculus, elevatus, carina media distincta, inter et pone sulcos magis elevata, carinae laterales subflexae, ante medium inter se appropinquatae, postice distinctius divergentes, sulcis profunde incisae. Spina prosternalis brevis, transversa, obtusa. Segmentum abdominis ultimum ♂ supra haud inflatum. Femora postica latissima, parum elongata, supra distincte serrato-dentata.

Acorypha steht dem G. *Caloptenus* sehr nahe, unterscheidet sich aber in zwei wesentlichen Punkten von ihm, nämlich in der Bildung des Vertex und des Pronotum. Ersterer stellt eine tiefe

Furche zwischen den eng zusammenstehenden Augen dar, dieselbe geht bis zu den obern Ocellen und ist seitlich durch zwei scharfe Kiele markirt, die ganz allmälig bogenförmig in die Stirnkiele übergehen. Das vor der Mitte stark zusammengezogene Pronotum ist sehr charakteristisch. Die Seitenkiele verlaufen bogenförmig und sind eben da einander genähert und durch 3 tiefe Furchen eingeschnitten. Der Hinterlappen steigt nach hinten deutlich an.

Vom G. *Stenocrobylus* Gerst., mit dem es den schmalen Scheitel gemein hat, unterscheidet sich das neue Genus durch den fehlenden Kopfgipfel und das Vorhandensein der bogigen Seitenkiele, die bei jenem fehlen.

1. ***A. picta*** sp. n. T. I. F. 4. 4 *A—C.*

Ferruginea, nigro-, carneo-lacteoque variegata; antennis testaceis; facie punctata, carinis carneis, labro genisque lacteis nigro-punctatis, fasciis tribus occipitis nigricantibus, una mediana antice angustata, altera pone oculum; pronoti dorso nigro-fusco, fasciis duabus pallidis, arcuatis, marginalibus, postice evanescentibus, lobo laterali carneo nigro-alboque variegato infra carinas laterales anguste infuscato; elytris ferrugineis, fusco-maculatis, apicem versus pellucidis, corpore longioribus; alis hyalinis antice fusco-venosis; femoribus posticis supra dilute nigro-trimaculatis, extus nitidissimis, lacteis, nigro-conspersis, intus luteis, macula magna laete sanguinea, lobis genicularibus externis carneis; tibiis posticis flavis, extus infra genu macula lactea, apicem versus aurantiacis, spinis nigro-terminatis, calcaribus ciliatis; lamina supraanali elongata, acuminata, cercis foliaceis, postice rotundatis, intus margine inferiore spina brevi, curvata, nigra, lamina subgenitali brevissima, conica, obtusa. ♂.

Long.	♂
corp.	18mm
cap.	3
pron.	4
elytr.	17
fem. post.	12
lat. fem. p.	6.

St. Louis ♂.

Euprepocnemis Fieb.

1. ***E. cymbifera*** sp. n. T. I. F. 5. 5 *A*.

Magna, femina mare multo major; flavescente-viridis, fusco-variegata; capite valido, costa frontali nitida, parum punctata, convexa, haud sulcata, fastigio verticis plus minus distincto, vix declivi, cum vertice subcarinato, occipite fascia media brunnea margine obscuriore vel fasciis duabus arcuatis praedito; pronoti dorso fascia media antice angustiore nigro-fusca vel rufo-fusca nigro-marginata fasciisque duabus lateralibus viridi-flavescentibus ornato, lobo laterali inter sulcos quadriplagiato, pronoto antice posticeque rotundato, carinis tribus distinctis, carina media elevata, trisulcata, carinis lateralibus antice laevigatis, postice punctatis, ante medium divergentibus, retrorsum parallelis vel parum convergentibus; processu prosternali subcylindrico, retrorsum vergente, apice subacuto (♂), vel obtuso (♀); elytris abdominis apicem attingentibus (♂), vel illo brevioribus (♀), maculis nigro-fuscis, fenestratis fasciisque duabus longitudinalibus viridi-flavescentibus, aream scapularem et postulnarem occupantibus, ornatis; alis basi dilute viridi-flavescentibus vel roseis; femoribus posticis perlongis, remotissime serrulatis, supra plus minus nigro-maculatis; tibiis coeruleis, vel coeruleo-griseis, vel violaceis, annulo basali pallidiore.

♂. Segmento ultimo dorsali medio interrupto, obtuse bidentato, lamina supraanali late lanceolata, basi impressa, cercis foliaceis apice spathulatis, lamina subgenitali valde elongata, cymbiformi, postice anguste excisa.

♀. Valvulis genitalibus superioribus basi transverse costulatis, inferioribus granulatis.

Long.	♂	♀
corp.	40—44^{mm}	70—80^{mm}
cap.	6	8
pron.	8	12—14
elytr.	31	48—50
fem. p.	27	40.

Dagana (2 ♂, 2 ♀).

Das Weib übertrifft alle bisher in Afrika aus diesem Genus gefundenen Arten an Grösse und stimmt hierin mit einer grossen

indischen Art aus Calcutta überein. Das ♂ zeichnet sich durch die Bildung seiner Hinterleibsanhänge aus, unter denen als besonders charakteristisch die grosse kahnförmige am Hinterrand schmal ausgeschnittene Lamina subgenitalis zu bemerken ist. Der Hinterleib ist gegen die Spitze zu nur wenig verdickt. An den obern Scheideklappen (♀) fällt besonders die Querrippung an der Basis auf.

Oxyrrhepes Stål.

1. ***O. virescens*** Stål. — *Oxyrrhepes virescens* Stål, Rec. Orth. I. p. 79, 2. (1873).

4 Exemplare von Taoué. Siera Leona nach Stål.

Die Färbung des ♂, das Stål nicht kennt, stimmt im Wesentlichen mit der des ♀, auffallend ist bei ihm die glänzend blauschwarze Färbung der Hintertibien auf der ganzen Hinterseite zwischen den Stacheln. Über die Hinterleibsanhänge des ♂ ist Folgendes zu bemerken: Die Supraanalplatte ist länglich eiförmig, mit kurzer aufgesetzter Spitze und trägt einen mittleren Längswulst mit einer Furche, diese ist vor dem Ende erweitert und geht als ganz schmale Rinne bis in die Spitze. Die Cerci sind sehr lang, blattförmig, am Ende gerundet. Die Subgenitalplatte ist konisch, lang ausgezogen und übertrifft die Cerci noch bedeutend an Länge. Am obern Umfang ist sie bis über die Mitte stark eingedrückt, wird dann drehrund und trägt hier einen Mediankiel. Die Grössenverhältnisse sind:

Long.	♂
corp.	47—52mm
pron.	10
elytr.	37—40
fem. p.	24—25.

Ein ♀ erreicht die Länge von 73mm.

Hieroglyphus. Gen. nov.

Genus *Oxyae* vicinum. Caput permagnum tumidum, verticis fastigium latiusculum rotundatum, parum declive, vertex valde convexus, inter oculos declivis, a fastigio sulco transverso plus minus distincto, sejunctus. Antennae filiformes capite pronotoque simul longiores (♂), vel parum breviores (♀). Pronotum cylin-

dricum medio subconstrictum, carinis lateralibus omnino nullis, carina media antice posticeque tantum distincta, margo posticus late rotundatus, sulci pronoti transversi, distinctissimi, latiusculi, sulcus primus lateralis pone marginem anticum lobi deflexi, dorsum vix attingens, alteri dorsales, secundus brevissimus dorsum vix excedens, tertius et quartus prope marginem lobi lateralis inferiorem arcuatim inter se confluentes. Processus prosternalis longus, conicus, acutus, subrectus. Lobi meso- et metasternales plus minus distantes, lobi metasterni apud mares contigui vel subcontigui. Elytra basi densissime reticulata. Lobi geniculares femorum posticorum angulati, acuti. Margines spinosi tibiarum posticarum pone medium dilatati, obtuse marginati, extus spinis 8 vel 10, intus 10 armatis. Cerci ♂ elongati, apice acuti vel obtusi, denticulo interno instructi. Lamina subgenitalis ♂ elongata, conica, subacuta. Valvulae genitales ♀ abbreviatae, validae, curvatae, superiores latissimae, margine exteriore crenulatae, inferiores acuminatae, pone medium dente armatae.

Dem Genus *Oxya* nahe stehend. Der Kopf ist im Verhältniss zum Pronotum dicker als bei *Oxya*, das Pronotum vorne und hinten gleich breit, in der Mitte etwas eingeschnürt und ausgezeichnet durch die tiefen Furchen. Die Lappen der Hinterbrust stossen beim ♀ nicht aneinander. Die Tibien der Hinterfüsse sind von der Mitte ab etwas verbreitert, ihr Rand ist jedoch nicht so ausgebildet und geschärft wie bei jenem Genus. Die Lamina subgenitalis ist mehr verlängert und zugespitzt, die männlichen Cerci sind innen bezahnt. Die Scheidenklappen sind breit, gedrungen, äusserst kräftig und gebogen, die untern tragen am Unterrande einen Zahn, bei *Oxya* sind sie schmal, gerade, am Unterrande vielfach gezähnelt.

1. ***H. daganensis*** sp. n. T. I. F. 6. 6 *A. B.*

Stramineo-viridis, nitidus, parcissime pilosus, pictura nigra lobi lateralis pronoti maxime insignis; capite permagno, antennis fuscis, segmentis duobus basalibus pallidis, fastigio verticis lateraliter marginato; pronoto antice posticeque densius punctato, unicolore, sulcis tantum lobi lateralis nigris, inter sulcum primum et tertium linea nigra arciformi prope lobi angulum anticum inferiorem, sulco pronoti secundo vix intrante in lobum deflexum sub

finem nigro-signato; inter mesosternum et lobum pleuralem primum linea nigra, lobis pleuralibus meso- et metasterni, (excepto margine antico lobi primi) nigro-marginatis; prosterni spina valida, recta; elytris abdominis apicem subattingentibus vel superantibus, ante medium opacis, dense reticulatis, scabris (♂), vel laeviusculis (♀), latiusculis, areis praeradialibus dilatatis, ultra medium elongatis; alis elytris vix brevioribus, hyalinis, venis anticis stramineis, posticis fuscescentibus; femoribus posticis abdomine brevioribus, pallide testaceis, subtus intusque infra medium dilute sanguineis, lobis genicularibus margine inferiore macula basali nigra; tibiis posticis griseo-coerulescentibus, linea antica nigra apicem versus latiuscula, spinis marginalibus pallidis, nigro-terminatis, interioribus elongatis.

♂. Lamina supraanali magna trapezoidea, marginibus retrorsum convergentibus, ante apicem subito constrictis, apice subacuta; cercis subarcuatis, compressis, lamina supraanali haud longioribus, apice obtusis, denticulo acuto interno armatis; lamina subgenitali conica elongata, parum sursum curvata, subacuta.

♀. Lamina supraanali oblonga, postice sensim augustata; valvulis genitalibus fusco-marginatis, superioribus supra excavatis, irregulariter crenulatis, inferioribus dente valido armatis. ♂, ♀.

Var. abbreviata: elytris lanceolatis abbreviatis, segmentum abdominis quartum vix attingentibus, alis rudimentariis. ♀.

Long.	♂	♀
corp.	40mm	50—58mm.
cap.	5	6—6, 5
pron.	8, 5	9—11
elytr.	32	20—40
fem. p.	19	21—25.

Dagana häufig.

Von der *var. abbreviata* sind 2 ♀ vorhanden, die, abgesehen von der Kürze der Flugorgane, vollständig mit den übrigen Exemplaren übereinstimmen.

Diese Art ist durch die blassgelbgrüne Färbung, auf der sich die schwarze Zeichnung, besonders an den Pronotum-Seitenlappen scharf abhebt, in hohem Grad ausgezeichnet.

Von Interesse ist das Vorkommen einer Art dieses Genus (*H. furcifer* Serv. — *Acridium (Oxya) furcifer* Serv. Hist.

Orth. p. 677, 39, pl. 14, fig. 12, 1839) in Vorderindien (Bombay, Calcutta bis zum Himalaya), die der neuen Art auffallend ähnlich ist. Die Färbung ist intensiver grün, die Pronotumfurchen sind auch auf dem Rücken schwarz gefärbt und zwar ist die schwarze Färbung auf den Grund der Furche beschränkt und daher viel feiner als bei *daganensis*, wo sie die Furche breit ausfüllt, die einzelnen Fühlerglieder sind braun geringelt, das Pronotum ist mehr zerstreut punktirt, der Bruststachel ist viel schlanker und etwas nach hinten gebogen, die Lappen der Mittelbrust stehen bei beiden Geschlechtern weit von einander ab, bei *daganensis* sind sie einander winklig genähert, die Hintertibien sind an der Basis und Spitze rund herum schwarz. Die Cerci ♂ sind länger, scharf zugespitzt und tragen vor der Spitze nach innen zu einen Zahn. Die obern Scheideklappen sind oben kaum ausgehöhlt, der Rand ist der ganzen Länge nach crenulirt, der Zahn an den untern Klappen ist schwächer.

Spathosternum. Gen. nov.

Genus inter *Tristriam* et *Oxyam*, processu prosternali insigne. Statura *Oxyae*. Costa frontalis sulcata. Antennae filiformes, subteretes. Pronotum rotundatum vel planiusculum, capite longius, postice obtuse angulatum. Processus prosternalis transversus, rectus, paullulum retrorsum vergens, longitudinaliter impressus, basi angustiore, apice lato, emarginato, subbimamillato. Lobi mesosternales distantes, metasternales contigui. Valvulae genitales (♀) breviusculae, superiores margine crenulato vel laevi, inferiores pone medium denticulo armatae. Margines spinosi tibiarum posticarum teretes nec dilatati.

Das neue Genus, das ganz den Habitus von *Oxya* hat, unterscheidet sich durch die eigenthümliche Bildung des Prosternalfortsatzes, der bei *Oxya* stachelförmig ist, durch die gerundeten, gegen das Ende wenig verbreiterten Hintertibien, welche dort einen deutlichen Rand haben und durch die weiblichen Scheideklappen, die an den Rändern glatt oder granulirt und nicht gesägt sind, deren unteres Paar dagegen einen einzigen Zahn trägt.

Das G. *Tristria* Stål hat zwar auch einen der Quere nach verbreiterten Prosternalfortsatz, derselbe aber ist viel massiger,

sein Ende ist querabgestutzt, ausgehöhlt und nach hinten zu erweitert, so dass eine horizontale Platte entsteht und der ganze Fortsatz von der Seite gesehen wie unter einem rechten Winkel geknickt erscheint. Bei *Spathosternum* verläuft er ganz gerade, ist spathelförmig, vorne ausgerandet, die Seitentheile sind verdickt, so dass es den Eindruck macht, als wäre er aus 2 zusammengewachsenen stachelförmigen Fortsätzen entstanden.

Das G. *Spathosternum* findet sich ausser in Afrika auch in Indien, das Museum besitzt Arten desselben aus Vorder- und Hinterindien (Calcutta, Bangkok).

1. ***Sp. nigro-taeniatum*** Stål. T. I. F. 7. — *Tristria nigro-taeniata* Stål, Öfvers. af. k. Vetensk. Akad. Förh. 1876, p. 45. 1.

Dagana ♀. Nach Stål im Damara-Land.

Ischnacrida Stål.

1. ***I. pallida*** Burm. T. II. F. 16. 16 *A*. — *Opsomala pallida* Burm. Handb. Orth. 2. p. 611, 2. (1838). — ? *Ischnacrida taeniata* Stål, Öfvers. af. k. Vetensk. Akad. Förh. 30:4, p. 53. 1. (1873).

Pallide testacea, nitida; vitta media subferruginea a fastigio verticis usque ad pronoti marginem posticum percurrente, pone oculos fascia lata albida, testaceo conspersa cincta; vitta nivea nitidissima laterali ab antennis usque ad regionem apicalem femorum posticorum ducta; verticis fastigio oculis breviore, subaequilatero, temporibus subexcavatis, punctatis, margine exteriore rotundato, vertice inter oculos parum declivi, tricarinato, oculis magnis, striis fuscis transversis ornatis; pronoto supra rotundato, medio leviter constricto, carina media obsolescente; processu prosternali exiguo, magnopere compresso, acuto; elytris abdominis apicem haud attingentibus, sparsim fusco-punctulatis; alis hyalinis elytris brevioribus; femoribus posticis debilibus, intus basi nigro-coeruleis, lobis genicularibus internis basi nigro-maculatis; tibiis posticis in margine exteriore spinis tredecim, in margine interiore sedecim apice nigris armatis; lamina supraanali longa, cercis vix superata, medio valde constricta, postice acuta, supra trisulcata: cercis latis supra profunde excavatis, apice processu parvo styliformi terminatis;

lamina subgenitali valida, longissime producta, compressa, supra ultra medium sulcata, apice foliacea, acuta. ♂.

Long.	♂
corp.	50mm
cap.	6
pron.	7
fem. p.	16
tib. p.	14.

Dagana. Senegambien (Burm.)

Die kurze Beschreibung Burmeisters stimmt gut mit dem Exemplar aus Dagana und es ist um so weniger zu zweifeln, dass er dieselbe Art vor sich hatte, da auch die Vaterlandsangabe zutrifft. Das sehr auffallende, schneeweisse, lackartig glänzende Band an der Körperseite, das bei den Arten dieses Genus häufig zu sein scheint, erwähnt Burmeister zwar nicht, doch dürfte der Mangel desselben etwas Individuelles sein. Bei einer der obigen äusserst ähnlichen Art aus Natal, deren Beschreibung beigefügt wird, ist das weisse durch ein sich von der übrigen Färbung wenig abhebendes lehmgelbes Band ersetzt, das leicht übersehen werden kann. *I. taeniata* Stål unbekannten Vaterlands dürfte wohl das ♀ unserer Art sein, doch sind die Flügel dieser Art an der Basis rosenroth und die Hinterschenkel innen nicht schwarz gefärbt.

I. pallida ist besonders charakterisirt durch den gleichschenklig dreieckigen, seitlich gerundeten Kopfgipfel, die mässig breiten Antennen, das in der Mitte eingezogene Pronotum, an dem Mittel- und Seitenkiel fehlen und durch die Formation der Hinterleibsanhänge des ♂.

2. ***I. natalensis*** sp. n. T. II. F. 17. 17 *A. B.*

Testacea, lateraliter pallide vittata ab antennis usque ad femora postica; capite griseo-testaceo, vitta grisea mediana percurrente, fastigio verticis acuto, longiusculo, temporibus planis, punctatis, marginibus externis rectis, carina verticis ad marginem posticum capitis extensa, facie punctata, oculis parum prominulis, antennis anguste lanceolatis; pronoto retrorsum subconstricto, carina media distincta, cum lobis pleuralibus meso- et metathoracis erose punctato; elytris unicoloribus, medium abdominis

parum superantibus; alis hyalinis; femoribus posticis intus vitta nigra longitudinali margine superiore regulariter pectinata et inter lobos geniculares infra macula nigra signatis, tibiis posticis pagina antica basi apiceque nigro-maculatis, in margine exteriore spinis septemdecim, in margine interiore viginti duabus apice nigris armatis; lamina supraanali longa, postice angustata, acuminata, longitrorsum sulcata; lamina subgenitali oblonga postice triloba, lobis lateralibus rotundatis, lobo mediano longiore trigono, processu apicali membranaceo ligulato valde insigni. ♀.

Long.	♀
corp.	50 mm
cap.	7
pron.	7, 5
fem. p.	19
tib. p.	16.

Fundort: D'Urban (Natal).

Von *Pallida* unterscheidet sie sich durch die fast pockennarbige Punktirung des Pronotum und der Seitentheile des Thorax, den spitzeren, längeren Kopfgipfel mit gerade verlaufendem Rande, kleinere wenig gewölbte Augen, schmälere Fühler, deutlichen Mittelkiel des hinter der Mitte kaum eingeschnürten Pronotum, Zahl der Dornen an den Hinterschienen. Sehr auffallend ist die schwarze mit Fortsätzen versehene Längsbinde am innern untern Umfang der Hinterschenkel. Dieselbe verlauft von der Basis bis zum letzten Drittel, ist unten ganzrandig, trägt oben dagegen aufrechte, regelmässig stehende Kammzähne, von denen einzelne gabelig getheilt sind.

Das Genus *Ischnacrida* war bisher nur aus Ostasien bekannt (China, Timor, Java).

Brachycrotaphus. Gen. nov.

Mesopi affine. Caput pronoto parum longius, porrectum, fastigium subascendens, oculorum longitudine, convexum, tricarinatum, costa frontalis usque ad basin sulcata, tempora extrorsum vergentia, brevissima, subtrigona. Antennae capite pronotoque simul longiores, ensiformes, basi depressae, pone medium teretes, filiformes. Pronotum subcylindricum carina media distincta, carinis lateralibus obsoletis. Prosternum tuberculo brevissimo

instructum. Lobi mesosternales antice tantum contigui, postice divergentes, metasternales contigui. Elytra pellucida, abdomine longiora, apice rotundata, area scapularis (♂) medio valde dilatata, vena intercalata nulla, alae elytris breviores. Pedes anteriores brevissimi, femora intermedia basin coxarum posticarum paullulum superantia, femora postica brevia, angusta, tibiae omnes femoribus breviores. Lamina supraanalis lata, postice angustior, trisulcata, margine postico quadrilobata, cerci breves, teretes, ante apicem incurvi, lamina sub genitalis abbreviata, cuneiformis, supra usque ad apicem obtusum impressa.

Dieses Genus steht zwischen *Ischnacrida* und ***Mesops***. Von beiden unterscheidet es sich durch den konvexen Kopfgipfel, die kurzen Schläfen, den kleinen Höcker des Prosternum, die hinten auseinandergehenden Lappen des Mesosternum, die glasartigen Flügeldecken mit stark verbreiterten Zwischenräumen und den Mangel der Vena intercalata. Der Kopf ist weniger in die Länge gezogen als bei *Mesops*, die Antennen sind nur an der Basis verbreitert, die Lamina subgenitalis ist kurz und abgestumpft. Unterschiede von *Ischnacrida* sind der schlankere Kopf, der dem Pronotum ziemlich gleich breit ist, der im Verhältniss zum übrigen Kopf längere Kopfgipfel, die langen Antennen.

1. ***B. Steindachneri*** sp. n. T. II. F. 15. 15 *A*.

Gracilis, pallide testaceus, parce pilosus; capite pronotoque fusco-ferrugineis, pallide trifasciatis, fascia mediana a fastigio verticis ad pronoti marginem posticum percurrente, antice angustissima, retrorsum sensim dilatata fasciaque laterali ab antennarum basi ad pronoti angulum posticum inferiorem pertinente; capite parce punctulato, carina media antice distinctiore; pronoto pone sulcum posticum densius punctato, carina media distincta, nitida, carinis lateralibus obsolescentibus nitidis, medio levissime inflexis, dorso margine postico subrotundato; elytris abdomen superantibus, hyalinis, campo marginali basi tantum leviter colore roseo induto, pone medium latissimis, deinde angustatis, apice rotundatis, margine antico bisinuato, area scapulari areisque postradialibus dilatatis, venulis transversis scalaribus instructis, vena ulnari externa curvata; alis vitreis leviter irideomicantibus; femoribus posticis abdomine multo brevioribus, tibiis posticis pallidis leviter roseo-tinctis, spinis apice nigris, lamina

supraanali trisulcata, postice nigro-fusca, quadrilobata; cercis brevibus apice incurvis, lamina subgenitali punctata, densius pilosa. ♂.

Long.	♂
corp.	28mm
antenn.	12
cap.	5, 5
pron.	4, 5
elytr.	20
fem. p.	12
tib. p.	10.

Dagana 2 ♂.

Der ganze Habitus dieses Thiers, die Kopfbildung und die verkürzten Füsse lassen ihm seine Stellung im System bei den Mesopiden unschwer zuweisen. Die durchsichtigen, weitmaschigen, den Körper überragenden Elytra, der kaum entwickelte Prosternal-Fortsatz geben ihm ein eigenartiges Gepräge, so dass die generische Trennung von *Ischnacrida*, *Mesops* sicher gerechtfertigt ist.

Mesops Serv.

1. ***M. laticornis*** sp. n. T. II. F. 13, 13 *A—H*.

Stramineus, infra flavescens, sparsim nigro-punctatus; vitta laterali sulphurea supra dilute fusco-induto ab antennarum basi incipiente, usque ad coxam posticam percurrente; capite valde porrecto, fastigio verticis occipite vix angustiore, apice late rotundato, longitrorsum profunde bi-excavato, carina media distincta, parum elevata, temporibus perlongis antennarum basin attingentibus; antennis longissimis lanceolatis, circiter usque ad articulum decimum tertium foliaceo-depressis, ab articulo tertio basali latissimo sensim gracilescentibus, margine interiore incrassato, articulis septem vel octo apicalibus, teretibus, subulatis; pronoto subcylindrico, punctato, carina media parum distincta; elytris alisque elongatis femorum apicem multo superantibus, elytris parallelis, subopacis, area scapulari ♂ angustiuscula, venis radialibus duabus anterioribus usque ad medium conjunctis; alis pellucidis, incoloribus; femoribus posticis extus stramineis, intus area inferiore sanguinea, area superiore regula-

riter transverse nigro-lineolata, lineolis arcuatis vel angulose flexis; lamina subgenitali ♂ valde elongata, recta, ensiformi, supra distincte tricarinata; lamina supraanali ♀ valde elongata, apice subulata, subacuta, cum lamina subgenitali elongata valvulas genitales includente. ♂. ♀.

Long.	♂	♀
corp.	51mm	68mm
cap.	9	12
pron.	6	8
elytr.	26	37
fem. p.	14	21.

Bakel. (Mehrere Exemplare flogen Nachts ins erleuchtete Zimmer). Sierra Leona. (M. C.) Ein ♀ von hier ist durch andere Färbung ausgezeichnet. Die Farbe ist dunkel roth-braun, die Flügel sind leicht angeraucht und namentlich am Rande bräunlich, fast ihre ganze Basis ist dunkelbraun und scharf abgesetzt von der helleren Partie, die an den äusseren Theil dieses grossen Basalflecks fallenden Felder sind gefenstert, nämlich am Rande braun, in der Mitte durchscheinend hell *(Var. infuscata)*.

Die Art ist charakterisirt durch den Kopfgipfel, der bis ans Ende mit dem übrigen Kopfe gleichbreit, vorne gerundet und neben dem Rande der Länge nach tief ausgehöhlt ist, durch die an der Basis äusserst breiten, blattförmigen Antennen, die erst gegen das Ende zu 7—8 drehrunde Glieder besitzen und hier aus der Lancett- in die Pfriemenform übergehen, durch die gerade, oben dreikielige Lamina subgenitalis des ♂ und die die Scheidenklappen von oben her bedeckende bedeutend verlängerte Lamina supraanalis des ♀.

Von ***Mesops abbreviatus Palisot*** d. B. — ***Truxalis abbreviatus*** P. d. B. Insects rec. en Afrique etc. p. 18. Orthopt. pl. II. Fig. 5 (♀) aus Chama (Westküste Afrikas) unterscheidet sie sich durch den hier ganz allmählig nach vorne zu schmäler werdenden Kopfgipfel, durch die Form der Antennen, deren Basalglieder viel schlanker sind und die erst gegen die Mitte zu die grösste Breite erreichen, endlich durch die Kürze der Flügel, die die Spitze der Hinterschenkel nicht überragen.

Eine weitere Art besitzt das Museum aus der Sierra Leona:

2. ***M. gracilicornis*** sp. n. T. II. F. 14. 14 *A*.

Gracilis, brunneus, fascia flava laterali inter antennas et femora postica; fastigio verticis angusto, tectiformi, antrorsum sensim gracilescente, obtusato, carina media elevata, lateraliter vix excavato; temporibus antennarum basin haud attingentibus, longitrorsum sulcatis, carina superiore distincta; antennis angustis, basi lanceolatis depressis, tertio articulo latissimo, ab articulo octavo teretibus, filiformibus; pronoto punctulato, cylindrico, carina media antice distinguenda; elytris vitreis, basi opacis, femorum posticorum apicem multo superantibus, medio latiusculis, area scapulari subdilatata, venis radialibus ante medium divergentibus; alarum dimidio basali fuliginoso, apicali pellucido, incolorato; femoribus posticis debilibus, stramineis; lamina subgenitali ensiformi, compressa supra unicarinata, ante apicem paullulum sursum curvata. ♂.

Long.	♂
corp.	49mm
cap.	9
pron.	5
elytr.	20
fem. p.	13.

Von *M. laticornis*, mit dessen *var. infuscata* er in der Färbung zu verwechseln wäre, leicht zu unterscheiden durch den schmäleren Kopf, dessen Kopfgipfel dachförmig ist, nach vorne zu schmäler wird und seitlich nur ganz unbedeutend ausgehöhlt ist, durch die bedeutend kürzeren, nicht punktirten und nach oben durch einen deutlichen Kiel begränzten Schläfen. Die Antennen sind nur an der Basis breitgedrückt, während der längere Theil gleichmässig fadenförmig ist, die Elytra sind transparenter und um die Mitte breiter, hauptsächlich durch die breitere Area scapularis, die Lamina subgenitalis ist gleichfalls schwertförmig verlängert aber stärker zusammengedrückt, oben einkielig und vor der Spitze leicht aufgebogen. Die Hinterschenkel sind an der Innen-, wie Aussenseite strohgelb.

Mit *M. abbreviatus* stimmt diese Art in Bezug auf die Bildung des Kopfgipfels ziemlich überein, die Antennen sind jedoch nur an der Basis breitgedrückt, sodann fadenförmig, während sie

bei jener Art bis zum Ende breitgedrückt sind und keinen fadenförmigen Schluss zeigen. Die Flügel sind bei *abbreviatus* ungefärbt und durchsichtig, bei der neuen Art zeigen sie eine rauchbraune Basis.

Tryxalis Charp.

1. ***T. turrita*** Linn. — *Gryllus turritus* Linn. S. N. ed. X. 1. p. 427. 2. (1758). (*Tr. nasuta* Fisch. Fr.)

St. Louis, Dagana häufig. In ganz Südeuropa (einzeln sogar bei Wien 1875), Afrika, im wärmeren Asien bis Australien.

2. ***T. nasuta*** Linn. — *Gryllus nasutus* Linn. S. N. ed. X. 1. p. 427. 11. (1758). (*Tr. unguiculata* Ramb. Fisch. Fr.)

St. Louis. Verbreitung: Süd-Spanien, Sicilien, Morea, Georgien, ganz Nordafrika bis in den Sudan, Damara-Land, Arabien, Syrien.

Phlaeoba Stål.

1. ***Ph. viridula*** Palisot d. B. — *Truxalis viridulus* P. d. B. Ins. rec. en Afrique etc. p. 81. Orthopt. pl. III. fig. 4. (1805). — *Phlaeoba chloronota* Stål, Bidrag etc. Öfvers af K. Vet. Ak. Förh. 1876. p. 48. 1.

Dagana ♂ ♀. Palisot sammelte sie in Chama (Westküste Afrikas, 2° n. Br.) am Rande von Gewässern. Damara-Land (Stål).

Die Lamina supraanalis ♂ ist hinten winklig zugespitzt, nicht stumpf, wie Stål annimmt.

2. ***Ph. bisulcata*** sp. n.

Viridi-flavescens, fascia nigra pone oculos usque ad marginem pronoti posticum; fastigio verticis obtuso, lateraliter rotundato, carinato, carinula mediana pone oculos evanescente, costa frontali a latere visa declivi, recta vel levissime concava; antennis capite pronotoque longioribus, anguste ensiformibus; pronoto antice posticeque punctato, medio sublaevi antice truncato, postice rotundato, carina media lobi antici integerrima, carinis lateralibus medio leviter flexis, sulcis duobus transversis intersectis, margine inferiore loborum lateralium recto; elytris maxima parte pellucidis, campo marginali basi flavescente, venis radialibus fuscis, abdominis apicem superantibus, areolis campi

discoidalis regulariter seriatim dispositis; alis basi leviter virescentibus; femoribus posticis extus virescentibus, genubus nigrofuscis; tibiis posticis pallidis, dense albo-pilosis, spinis nigroterminatis; lamina supraanali late ovali, postice subtrigona, basi impressa, cercis subrectis, teretibus, acuminatis, lamina subgenitali trigona, haud producta, obtusata, cercis paullulum longiore. ♂.

Long.	♂
corp.	30mm
cap.	4, 5
pron.	5, 5
elytr.	23
fem. p.	18.

St. Louis ♂.

Möglicherweise eine Varietät des *Chrysochraon dasycnemis* Gerstäcker (Decken's Reise, Gliederthiere p. 38. T. III. f. 2, 2 *a*, 1873) aus Mombas, von dem sie sich durch die grünliche Färbung, bedeutendere Grösse und die 2 Furchen auf dem Rücken des Pronotum, von denen die hintere den Mittelkiel durchschneidet, unterscheidet. Die Zeichnung Gerstäcker's T. III. f. 2 zeigt nur eine durchlaufende Furche, während f. 2 *a* drei angibt, in der Beschreibung spricht er von der „3. Querfurche", demnach dürfte f. 2 *a* das Richtige angeben und somit jene Art 3 Furchen besitzen.

Paracinema Fisch. Fr.

1. ***P. tricolor*** Thunb. — *Gryllus tricolor* Thunb. Mém. Ac. Pét. 5. p. 245 (1815). — *Paracinema bisignatum* Fisch. Fr. Orth. europ. p. 313. 1. (1853).

Dagana ♂ ♀. Ist ums ganze Mittelmeer und in Afrika bis zum Kap verbreitet. Auch von Madagascar besitzt das Museum diese Art (Ida Pfeiffer). Findet sich immer an feuchten Localitäten, namentlich in den Reisfeldern (Oberitalien), an Flussufern etc. in hohem Grase.

Oxycoryphus Fisch. Fr.

1. ***O. compressicornis*** Latr. — *Acridium compressicorne* Latr. Hist. nat. d. Ins. T. XII. p. 155, 12 (1804).

Dagana, Taoué. Sonstiges Vorkommen: Um's Mittelmeer (Spanien, Südfrankreich, Sicilien, Aegypten), Kordofan (10° n. Br. auf Grasboden, Kotschy. M. C.).

Stenobothrus Fisch. Fr.

1. ***St. epacromioides*** sp. n.

Gracilis, supra testaceo-fuscus, infra pallide testaceus, glaber; capite parvo, fusco-maculato; vertice angusto, antice obtuso; temporibus oblongis, latiusculis, distincte marginatis, haud prominentibus; carinis pronoti distinctis, ante medium flexuoso-angulatis, vittam fuscam pone oculos incipientem secantibus, dorso pronoti inter vittas ochraceo, postice obtuse angulato, lobi deflexi parte posteriore macula alba fusco-limbata; elytris apicem abdominis multo superantibus, angustis, marginibus subparallelis, area mediastina elytri dimidio longiore, ante medium dilatata, area postradiali fusco-maculata, basi dense reticulata, area interulnari biseriatim reticulata sub finem latiuscula; alis pellucidis, paucis venis longitudinalibus fuscis; femoribus posticis supra fusco-trimaculatis, maculis obsolescentibus, intus pallidis, carinis exterioribus parce fusco-punctulatis; tibiis posticis griseo-testaceis, spinis nigroterminatis. ♀.

Long.	♀
corp.	22mm.
cap.	3
pron.	4
elytr.	21
fem. p.	11.

St. Louis ♀.

Zeichnet sich durch seine schlanke Gestalt und kleinen Kopf aus und hat viele Aehnlichkeit mit dem ♂ von *Epacromia thalassina*. Er steht den europäischen Arten *St. variabilis* und *vagans* am nächsten, unterscheidet sich aber von beiden durch seine zierlichere Gestalt, den schmalen Scheitel, die breiteren, abgekürzten Temporalgruben, die langen fast parallelrandigen Elytren, die regelmässige zweireihige Anordnung der Maschenräume in der Area postradialis; die Flügel zeigen nur wenige dunkle Längsadern.

Stethophyma Fisch. Fr.

1. ***St. amabile*** sp. n. T. I. F. 8. 8 *A*.

Pallide flavo-virens, pictura nigra insigne, parce pilosum; capite magno fascia mediana postice dilatata flava, fastigio verticis rotundato, temporibus nitidis, punctatis, planiusculis; antennis capite pronotoque longioribus, fuscis, articulis duobus basalibus flavescentibus; pronoti carina media distincta sulco postico tantum intersecta, carinis lateralibus antice parum distinctis, parallelis, pone sulcum posticum obsolescentibus, divergentibus, sulcis tribus posterioribus nigris interruptis, dorso medio et lobo postico toto flavescentibus, densissime punctatis, intra carinam lateralem vitta nigra vel fusca hic et illic interrupta, sulcis lateralibus supra et infra latius, medio angustius nigrosignatis infra medium linea nigra obliqua deinde horizontali inter se conjunctis, sulco secundo brevissimo cum ceteris haud conjuncto; lobulo pleurali prostethii retrorsum nigro-maculato; meso- et metasterno praeterea lobis horum pleuralibus nigromarginatis; elytris abdominis apicem haud attingentibus, pallide flavescentibus, campo marginali analique opaco, venis radialibus ultra medium, vena ulnari externa medio fuscescentibus, venulis apicis aliquot fuscis, area mediastina dilatata; alis hyalinis venis anterioribus fuscescentibus maculaque parva apicali infumata; femoribus posticis abdomine brevioribus, extus maculis tribus, intus duabus nigris signatis, macula tertia externa cum secunda interna supra conjuncta, geniculis late nigro-maculatis; tibiis omnibus dilute viridi-coeruleis, posticis basi nigro-annulatis, spinis nigro-terminatis. ♀.

Long.	♀
corp.	31—38mm
cap.	4— 6
pron.	5, 5—7
elytr.	19—20
fem. p.	15—18.

Dagana: 2 ♀ die in der Grösse etwas verschieden, im Übrigen völlig mit einander übereinstimmen.

Dieses durch seine Färbung und Zeichnung auffallende Thier ist besonders charakterisirt durch die parallelen, wenig vor-

tretenden, nach der letzten Furche schwach divergirenden und unter der dichten Punktirung des Hinterlappens verschwindenden Seitenkiele. Am meisten Aehnlichkeit hat die neue Art mit *St. turcomanum* Fisch. d. W., das jedoch winklig gebogene Seitenkiele hat.

Epacromia Fisch. Fr.

1. ***E. thalassina*** Fab. — *Gryllus thalassinus* Fab. Ent. syst. II. 57, 43 (1793).

St. Louis. Kommt ums ganze Mittelmeer vor. Weitere Fundorte sind: Madeira (Heer), Teneriffa (Steindachner), Damara-Land (Stål), Cap, Madagascar (M. C.). Findet sich auf trockenen, sterilen Plätzen, an sandigen Flussufern, am Meerstrand etc.

2. ***E. temporalis*** Stål. — *Epacromia temporalis* Stål, Öfvers. af. K. Vetensk. Akad. Förhand. 1876. p. 49. 2.

St. Louis ♂ ♀. Nach Stål im Ovambo-Land und in Sierra Leona.

Die Exemplare vom Senegal sind beinahe braunschwarz, der Pronotumrücken ist gelblichweiss, ebenso sind seine Seitenlappen am Unterrande und die Kopfseiten unter den Augen, ferner der Hinterrand der Elytren gefärbt. Kniee an den Hinterfüssen schwarz, sowohl am Oberschenkel als an der Tibia durch einen weisslichen Ring begränzt, unmittelbar unter ihm folgt an der Tibia ein schwarzer Ring. Long. ♂ 20, ♀ 30^{mm}.

Pachytylus Fieb.

1. ***P. senegalensis*** sp. n. T. I. F. 9. 9 *A*.

P. nigro-fasciato De Geer simillimus, differt tantum pronoti carina media haud in cristam elevata, a latere visa subrecta vel medio subdepressa, angulo postico late rotundato, vittis alarum fuscis angustatis, antice obsolescentibus, lamina supraanali ♂ pone medium constricta, linea impressa longitudinali postica vix distinguenda. ♂ ♀.

Long.	♂	♀
corp.	26^{mm}	37^{mm}
pron.	4, 5	6
fem. p.	15	20.

3 Exemplare von St. Louis und Dagana.

Trilophidia. Stål.

1. ***T. annulata*** Thunb. — *Gryllus annulatus* Thunb. Mém. Ac. Pét. 5. p. 234. (1815.).

St. Louis. Bekanntes Vorkommen: Sierra Leona, Damara, (Stål), Pt. Natal (M. C.).

Eine Varietät dieser Art (*Gryllus bidens* Thunb. Stål, *Acridium vulneratum* de Haan) ist vom Himalaya durch ganz Ostasien bis nach China und Japan (Ransonnet) verbreitet.

2. ***T. antennata*** sp. n. T. I. F. 10. 10 *A*.

Robusta, fusco-cinerea, nigro-variegata, granulosa, rugosa; vertice latiusculo, carinis duabus vix distinguendis instructo, fastigio verticis valde declivi, excavato, apice medio carinulato, temporibus subquinque-angularibus, costa frontali pone medium haud ampliata, genis et fronte parce granulatis, occipite transversim rugoso; antennis crassiusculis, depressis, articulis tertio, quarto et quinto ceteris latioribus; pronoto valde granuloso, inter sulcos lateribus tuberculato, carina media bis profunde incisa, acutiuscula; pectore abdomineque infra regulariter nigro-punctatis, meso-et metasterno maculis octo signatis, quatuor majoribus lateraliter, quatuor in foveis pectoralibus dispositis, abdominis segmentis octo prope basin nigro-bimaculatis; elytris abdominis apicem superantibus, fusco-bifasciatis, marginibus fusco-punctatis; alis basi sulphureis, extus levissime infuscatis; femoribus posticis robustis, costulis areae mediae externae tuberculatis; tibiis posticis pallidis ante medium et prope apicem griseo-biannulatis. ♀.

Long.	♀
corp.	23mm
pron.	5
elytr.	21
fem. p.	11, 5.

St. Louis.

Steht der *T. rugosa* Stål aus dem Kaffernland und von Pt. Natal (M. C.) am nächsten. Unterscheidende Merkmale sind die Färbung der Flügel, deren zweites Radial-Feld nicht erweitert ist, die schwarzen Flecke der Bauchseite, die an der Basis breiteren, flachgedrückten Antennen, die schmälere Form des

Kopfgipfels, der statt dem *X*-förmigen Leistchen in der Mitte ein kurzes, gerades trägt, endlich die wenig ausgeprägten Querleistchen des Scheitels.

Von *Tr. annulata* unterscheidet sie sich schon durch bedeutendere Grösse und durch die starke Granulirung des Pronotum.

Chrotogonus Serv.

1. ***Ch. senegalensis*** sp. n. T. I. F. 11.

Supra griseo-fuscus, infra flavescens, nigro-maculatus, pone oculos fascia lata nigro-brunnea, in pronoti lobum lateralem continuata, margine laterali pronoti flavescente; verticis fastigio oculos multo superante, acuto, costa frontali inter antennas maxime prominente, temporibus angustis, elongatis, occipite medio carinulato; pronoto granulato, ruguloso, lateraliter ante sulcum primum tuberculis duobus obtusis, inter sulcos tuberculo minore instructo, dorso lobi postici plano, laeviusculo, angulo postico lobi lateralis subacuto, prominente; elytris lanceolatis, medium abdominis vix attingentibus, vena ulnari externa tuberculis paucis instructa. ♀.

Long.	♀
corp.	20mm.
cap.	3
pron.	4, 5
elytr.	8
fem. p.	9.

St. Louis.

Unterscheidet sich von *Ch. lugubris* Blanch. durch schmächtigeren Bau, durch den spitzwinklig vortretenden Stirngipfel, den die Costa frontalis von oben gesehen überragt. Charakteristisch sind ausserdem die langen, schmalen Temporalgruben und der zugespitzte Hinterwinkel der Seitenlappen des Pronotum. Die Granulirung ist schwach, die Elytra zeigen nur eine einzige Reihe kleiner Höcker.

Pyrgomorpha Serv.

1. ***P. cognata*** sp. n.

Gracilis, viridis vel griseo-fusca; capite supra laevi; oculis valde globosis, approximatis, carinula media antice tantum

distincta; antennis angustis, subcylindris; pronoto laevi, lateraliter paucis tuberculis instructo, carinis lateralibus vix perspicuis, pone sulcum posticum deletis. ♂ ♀.

Long.	♂	♀
corp.	17mm	24mm
pron.	4	5
elytr.	15	20
fem. p.	7	10.

Dagana.

Steht der *P. rosea* Chp. sehr nahe und zeigt dieselben Farbenvarietäten, unterscheidet sich aber von ihr durch schmaleren Kopf, stärker vorgewölbte Augen, schmalere, auch etwas kürzere, fast drehrunde Antennen, fast glatten Kopf, glattes Pronotum an dem die Seitenkiele kaum zu unterscheiden und namentlich hinter der letzten Furche gänzlich fehlen.

2. ***P. granulata*** Stål. — *Pyrgomorpha granulata* Stål, Bihang t. K. Sv. Vet. Ak. Handl. 3. 14. Observ. orthopt. p. 26. 1. (1875).

Dagana ♂. ♀. Damara-Land (Stål).

Beim ♂, das Stål nicht kennt, sind die Flügel so lang wie die Elytren, der Diskus ist blutroth, der Vorderrand und die Spitze bräunlich angeraucht. Die Maasse desselben sind folgende:

Long.	♂
corp.	24—25mm
pron.	5, 5
elytr.	15
fem. p.	11.

Das Prosternum, das am Vorderrande einen kurzen spitzen Höcker, ähnlich wie *P. marginella* Thunb. aus Java, trägt, ist bei einem ♀ fast ganz abgestutzt. Ein Exemplar zeigt einen deutlichen kleinen Enddorn am Aussenrand der linken Hintertibia, während rechterseits nur ein kleines Höckerchen an seiner Stelle sich befindet. Hiedurch wird Stål's Eintheilung der Genera aus der Gruppe der Pyrgomorphiden je nach dem Mangel oder Vorhandensein dieses äussern Enddorns (Bidrag till södra Afrika's Orthopterer-Fauna, Öfvers. af. k. Vet. Ak. Förh. 1876. 3. p. 32. Anmerkung) etwas unsicher.

Zonocerus Stål.

1. ***Z. variegatus*** Linn. — *Gryllus variegatus* Linn. S. N. ed. X. 1. p. 432. 47 (1758.).

St. Louis, Dagana, Taoué. (Sehr häufig). Sudan (Natterer), die Exemplare sind fast doppelt so gross als die vom Senegal, Cameroon (Westafrika), Gnadenthal in Südafrika (Roser). In Brasilien wie Stål, Rec. orth. I. p. 17 nach Coll. Thunb. angibt, kommt die Art nicht vor.

Die ♀ sind häufig sehr klein, sogar etwas kleiner als die ♂. Die Länge der Elytra ist sehr variabel, bald erreichen sie kaum die Mitte des Abdomens, bald gehen sie bis zur Hinterleibsspitze.

Fam. **Locustina** Burm.

Conocephalus Thunb.

1. ***C. mandibularis*** Chp. — *Locusta mandibularis* Charp. Hor. ent. p. 106 (1825).

Dagana (♀ braune Varietät). Im ganzen Mittelmeergebiete (jenseits der Alpen bisher nur am Bodensee bei Bregenz aufgefunden, Krauss) und durch Afrika verbreitet. Lebt an feuchten Plätzen, Wassergräben, Seen etc. in hohem Gras und Schilf.

Orchelimum Serv.

1. ***O. senegalense*** sp. n. T. I. F. 12. 12 *A*.

Robustum, viride; capite magno; fastigio verticis angusto, apice vix latiore, medio subimpresso; antennis corpore triplo longioribus, testaceis, remote fusco-annulatis; pronoto brevi, plano, postice punctato, leviter ascendente, lobi lateralis angulo inferiore rotundato, margine postico vix curvato; elytris femorum posticorum apicem multo, alis elytra paullulum superantibus, apice testaceis; tibiis anticis subtus utrinque spinis septem armatis, spatio interauriculari angusto, nigro-fusco; femoribus posticis ovipositoris apicem attingentibus, lobis genicularibus bispinosis; lamina supraanali medio profunde excisa; ovipositore ferrugineo-fusco, curvato, acuminato, apice laevissimo, valvulis inferioribus superioribus brevioribus; lamina subgenitali lata postice rotundato-truncata ♀.

Long.	♀
corp. (ovip. excpt.)	22mm.
pron.	5
elytr.	33
fem. p.	19
ovipos.	12.

Bakel.

Steht den grossen Arten dieses Genus aus dem Süden der Vereinigten Staaten besonders dem *O. longipenne* Scudd. aus Texas am nächsten. Die Art ist ausgezeichnet durch den schmalen Kopfgipfel, das kurze, breite Pronotum, das hinten deutlich ansteigt und den langen, ziemlich breiten Legesäbel, der von der Basis an bogenförmig verläuft und am Ende sich rasch zuspitzt.

Fam. **Gryllodea** Burm.

Scapsipedus Sauss.

1. ***Sc. marginatus*** Afz. et Brann. — *Acheta marginata* Afz. et Brann. Achetae guineenses. p. 23, 4. fig. 1, 5 *a* (♂). (1804.)

Dagana, Richardstoll in beiden Geschlechtern. Sierra Leona (Afzelius), Mosambique, Zanzibar (Saussure).

Brachytrypus Serv.

1. ***B. membranaceus*** Drury. — *Gryllus membranaceus* Drury. Illustr. II. 81, tb. 43, f. 2 (♂). (1773).

Richardstoll. Das mitgebrachte grosse Exemplar (♀) besitzt eine Länge von 50mm, eine Kopfbreite von 15mm. — Im ganzen tropischen Afrika verbreitet.

Von Afzelius in Freetown und seiner Umgebung in den Monaten November bis Januar beobachtet, wo er sich durch sein äusserst lautes nächtliches Gezirpe und seine Zerstörungen sehr bemerklich machte. Er gräbt sich Erdlöcher wie unsere Feldgrylle. Seine Nahrung besteht besonders aus zarteren Pflanzen, er soll angeblich auch grossen Ameisen nachstellen (Afz. et Brann. Achetae guineenses p. 16).

Liogryllus Sauss.

1. ***L. bimaculatus*** De Geer. — *Gryllus bimaculatus* De Geer, Mém. Ins. IV. 521. 4. tb. 43. f. 4. (1773).

St. Louis. Fast überall in den wärmeren Ländern der östlichen Halbkugel verbreitet.

Nach Afzelius richtet er in Sierra Leona in Gärten und an den Saaten grosse Verwüstungen an. Besonders Abends findet man ihn herumschweifend, bei Gefahr flüchtet er sich in seine tiefen Gänge in der Erde (Afz. et Brann. Ach. guin. p. 20).

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. *Acridium anguliferum*. 1. Kopf, Pronotum von oben (nat. Gr.). 1 *A* Hinterleibsende ♂ (vergr.).

„ 2. *Catantops stylifer*. Hinterleibsende ♂ von oben (vergr.).

„ 3. „ *haemorrhoidalis*. 3. 3 *A* Hinterleibsende ♂, von oben und von der Seite (vergr.). 3 *B*. Hinterschenkel von aussen (vergr.).

„ 4. *Acorypha picta* ♂. 4. Kopf, Pronotum von oben (vergr.). 4 *A*. Kopf von vorne (vergr.). 4 *B*. Hinterleibsende (vergr.). 4 *C*. Hinterschenkel von aussen (vergr.).

„ 5. *Euprepocnemis cymbifera*. 5. Hinterleibsende ♂ (vergr.). 5 *A*. Hinterleibsende ♀ (vergr.).

„ 6. *Hieroglyphus daganensis*. 6. ♀ (nat. Gr.). 6 *A*. Hinterleibsende ♂ (vergr.). 6 *B*. Hinterleibsende ♀ (vergr.).

„ 7. *Spathosternum nigro-taeniatum*. Prosternalfortsatz (vergr.).

„ 8. *Stethophyma amabile*. 8. ♀ (nat. Gr.) 8 *A*. Kopf, Pronotum von oben (vergr.).

„ 9. *Pachytylus senegalensis*. 9. Kopf, Pronotum von oben (vergr.). 9 *A*. Pronotum von der Seite (vergr.).

„ 10. *Trilophidia antennata*. 10. Kopf, Pronotum von oben (vergr.). 10 *A*. Pronotum von der Seite (vergr.).

„ 11. *Chrotogonus senegalensis*. Kopf, Pronotum von oben (vergr.).

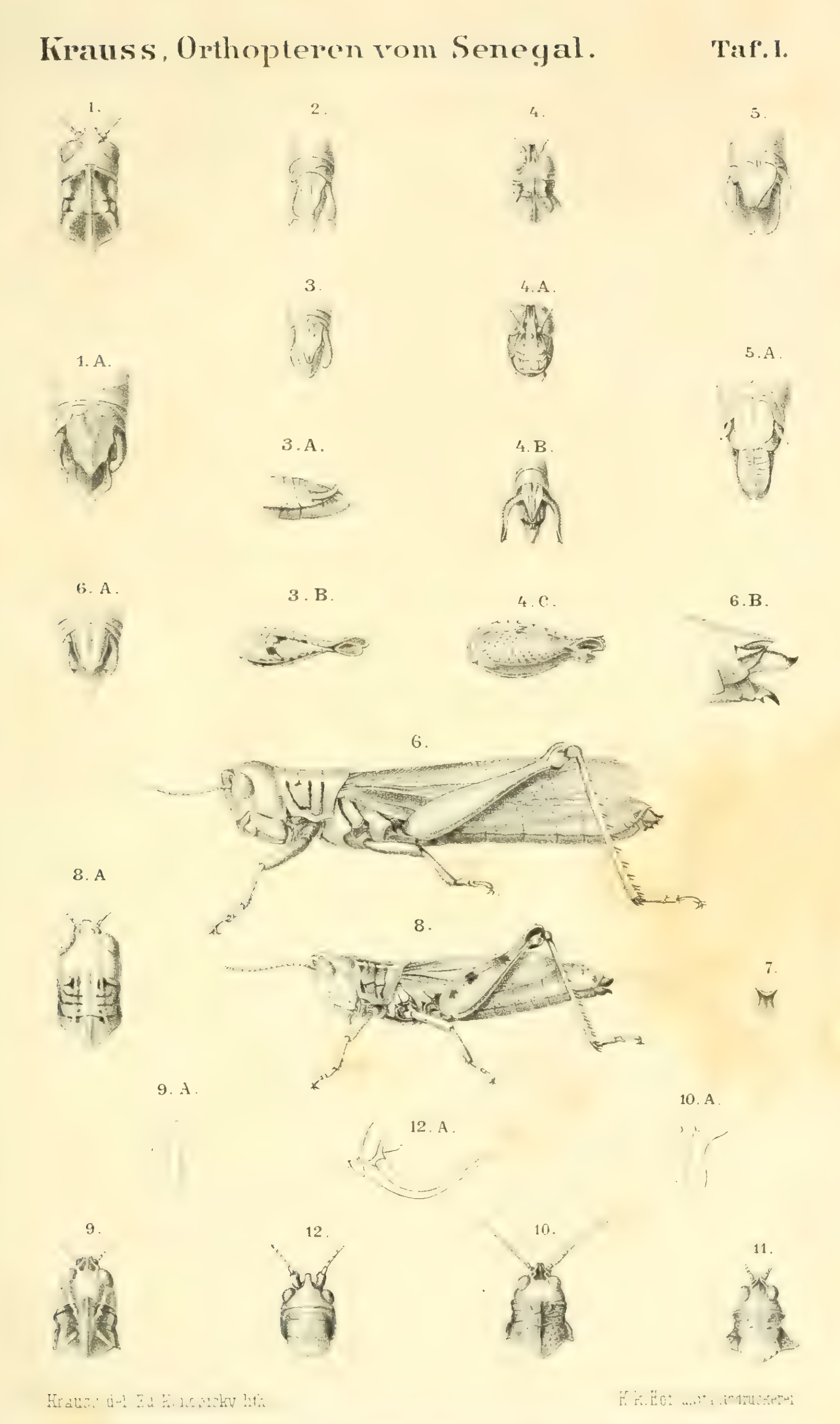
„ 12. *Orchelimum senegalense*. 12. Kopf, Pronotum von oben (vergr.) 12 *A*. Hinterleibsende ♀, von der Seite (vergr.).

Tafel II.

Fig. 13. *Mesops laticornis*. 13. Kopf, Pronotum ♂ von oben (vergr.). 13 *A*. *B*. Hinterleibsende ♂ von oben und von der Seite (vergr.). 13 *C*. ♀ (nat. Gr.). 13 *D*. Kopf, Pronotum ♀ von oben (vergr.). 13 *F*. *G*. Hinterleibsende ♀ von oben und von der Seite (vergr.). 13 *H*. Hinterschenkel ♀ von innen (nat. Gr.).

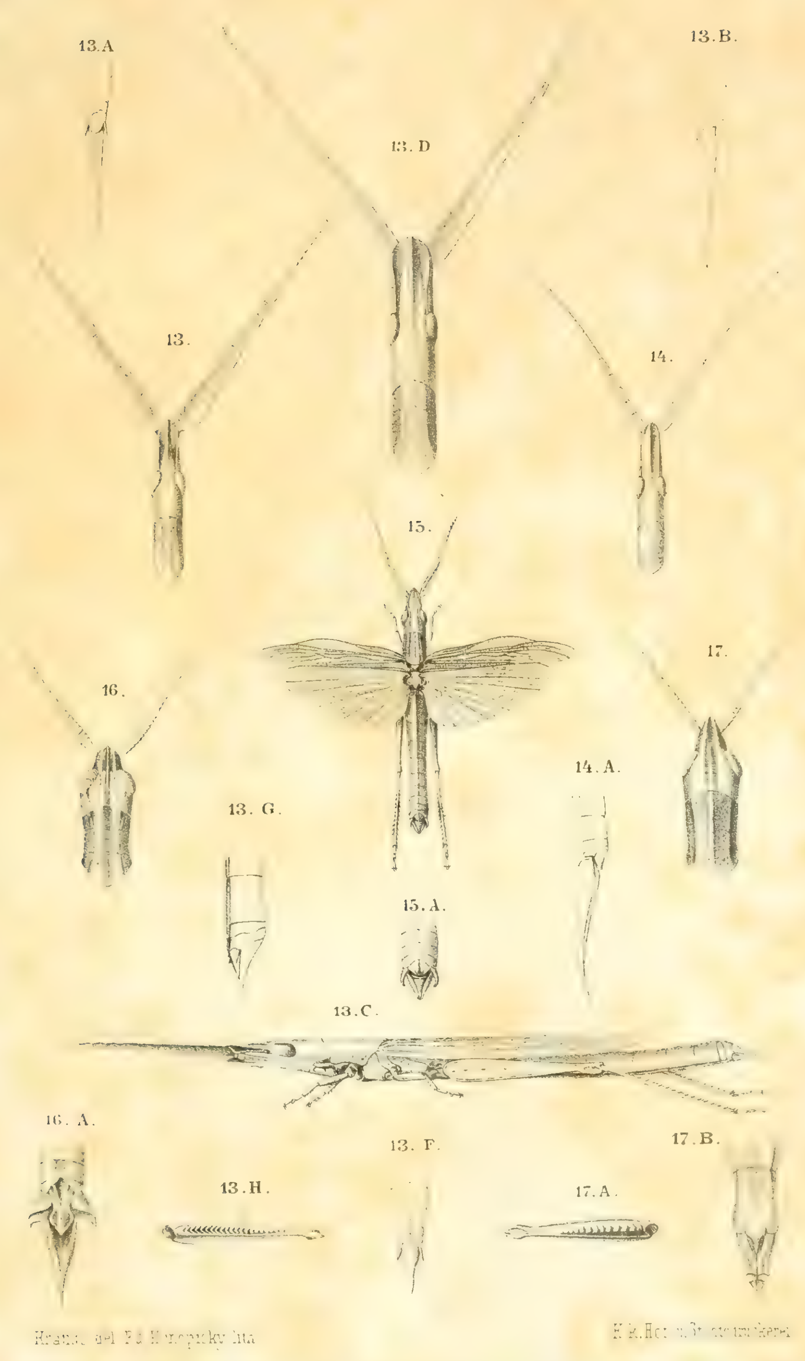
Fig. 14. *Mesops gracilicornis.* 14. Kopf, Pronotum ♂ von oben (vergr.). 14 *A.* Hinterleibsende ♂ von der Seite (vergr.).
„ 15. *Brachycrotaphus Steindachneri.* 15. ♂. (nat. Gr.). 15 *A.* Hinterleibsende ♂ von oben (vergr.).
„ 16. *Ischnacrida pallida.* 16. Kopf, Pronotum von oben (vergr.). 16 *A.* Hinterleibsende ♂ von oben (vergr.).
„ 17. *Ischnacrida natalensis.* 17. Kopf, Pronotum von oben (vergr.). 17 *A.* Hinterschenkel von innen (nat. Gr.). 17 *B.* Hinterleibsende ♀, von unten (vergr.).





Krauss del. Ed. Konopicky lith. K.k.Hof-u.Staatsdruckerei




13.A
13.B.
13.D
13.
14.
15.
17.
16.
14.A.
13.G.
15.A.
13.C.
16.A.
17.B.
13.F.
13.H.
17.A.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVI. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

7.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.



XVII. SITZUNG VOM 5. JULI 1877.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 26. Juni d. J. zu Padua erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes der Classe, Herrn Professors Dr. Johann Ritter v. Santini.

Die anwesenden Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Die k. schwed.-norweg. Gesandtschaft am hiesigen k. k. Hofe übersendet eine von der Canal-Direction zu Christiania für die kaiserl. Akademie der Wissenschaften eingelangte Abhandlung des Herrn Lieutenants H. Nysom über die Wasserstandsverhältnisse der norwegischen Flüsse, insbesondere jener des Glommen-Flusssystemes.

Die Direction des k. k. Realgymnasiums in Freiberg dankt für die Betheilung dieser Anstalt mit dem Anzeiger der Classe.

Das w. M. Herr Dir. Dr. Steindachner übersendet eine Abhandlung über zwei neue Gattungen und Arten von Eidechsen aus Südamerika und Borneo, *Tejovaranus Branickii* und *Lanthonotus borneensis*.

Das c. M. Herr Prof. Ad. Lieben übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn S. Zeisel, welche den sogenannten Vinylalkohol (Acetylenhydrat) zum Gegenstande hat.

Herr Dr. B. Igel in Wien übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Einige Sätze und Beweise in der Theorie der Resultante."

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Analyse der Giesshübler Sauerwässer", von den Herren Prof. Dr. J. Nowak und Dr. Fl. Kratschmer in Wien.

2. „Über eine von der Lage des Projectionscentrums unabhängige Bestimmung des perspectivischen Umrisses von Rotationsflächen", von Herrn Norbert Wagner, geprüfter Lehramtscandidat in Wien.
3. „Zur Kenntniss des Mono- und Dichloracet-Anilids", von Herrn Dr. C. O. Cech in Berlin.
4. „Bericht über den Egger'schen elektromagnetischen Motor", von Herrn Prof. Rudolf Handmann in Mariaschein.

Herr Prof. Dr. C. Doelter in Graz übersendet einen vorläufigen Bericht über seine in diesem Jahre mit Unterstützung der kaiserl. Akademie ausgeführte Reise nach Sardinien:

Das w. M. Herr Prof. Ed. Suess legt eine Abhandlung des Herrn Ottomar Novák in Prag, betitelt: „Die Fauna der Cyprisschiefer des Egerer Beckens", vor.

Ferner überreicht derselbe eine Schrift des Herrn F. Posepny: „Zur Bildung der Salzlagerstätten, insbesondere des nordamerikanischen Westens."

Das w. M. Herr Director Tschermak spricht über die physikalischen Verhältnisse der Glimmer.

Das w. M. Herr Prof. Loschmidt überreicht den vierten Theil seiner Abhandlung: „Über den Zustand des Wärmegleichgewichtes eines Systems von Körpern mit Rücksicht auf die Schwerkraft."

Das c. M. Herr Prof. L. v. Barth überreicht eine Arbeit: „Über die Einwirkung von Salzsäure auf Resorcin", die er in Gemeinschaft mit Herrn Dr. H. Weidel ausgeführt hat.

Herr Professor Wiesner legt eine im pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität von Herrn Karl Richter ausgeführte Arbeit über die Cystolithen der Pflanzengewebe und verwandte Bildungen vor.

Herr Dr. J. Puluj, Assistent am physikalischen Cabinete der Wiener Universität, legt eine „Mittheilung über ein Radiometer" vor.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie royal des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 46e année, 2e série, Tome 43. Nr. 4. Bruxelles, 1877; 8^{0}.

Akademija jugoslavenska znanosti i umjetnosti: Rad. Knjiga XXXIX. U Zagrebu, 1877; 8º.

Anstalt, königl. ungarische geologische: Mittheilungen aus dem Jahrbuche. VI. Band, 1. Heft. Budapest, 1877; 8º.

Astronomische Nachrichten. (Bd. 90. 1 & 2.) Nr. 2137 und 2138. Kiel, 1877; 4º.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIV, Nrs. 24 & 25. Paris, 1877; 4º.

De Forest, E. L.: Interpolation and Adjustment of Series. New Haven, 1876; 8º.

Ecker, A.: VIII. Zur Kenntniss des Körperbaues früherer Einwohner der Halbinsel Florida. 4º. — IX. Über den queren Hinterhauptwulst (Torus occipitalis transversus) am Schädel verschiedener aussereuropäischer Völker. 4º. — 2. A. R. Wallace: Über Entstehung und Entwicklung der modernen Anschauungen, betreffend Alter und Ursprung des Menschen. 4º.

Genootschap, Bataafsch der Proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam: Nieuve Verhandelingen. Tweede Reeks: Tweede Deel, Tweede Stuk. Rotterdam, 1876; 4º.

Gesellschaft, k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band. XX (neuer Folge X), Nr. 5, 6 u.7. Wien, 1877; 4º.

— Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. X. Jahrgang, Nr. 11. Berlin, 1877; 8º.

— naturforschende in Bamberg: Elfter Bericht für die Jahre 1875 u. 1876; Bamberg, 1876; 8º.

— Oberlausitzische der Wissenschaften: Neues Lausitzisches Magazin. LIII. Band, 1. Heft. Görlitz, 1877; 8º.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 24, 25, 26. Wien, 1877; 4º.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. II. Jahrgang, Nr. 25 u. 26. Wien, 1877; 4º.

Instituut, Koninkl., voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië: Bijdragen. Derde Volgreeks. XI. Deel. 2e Stuk. — Vierde Volgreeks. I. Deel. — 1e Stuk. — Verslag der feestviering van het vijf- en twintig-jarig bestaan van het Instituut. (1851—1876). 'S Gravenhage, 1876; 8º.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. 21e année. 3e Série. — Tome VII. 427e livraison. Juillet 1877. Paris; 4^0^.

Nature. Nr. 399 & 400. Vol. XVI. London, 1877; 4^0^.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XI, Nr. 6. Torino, 1877; 4^0^.

Polli, Giovanni Professeur: Maladies par Ferment morbifique. Des propriétés anti-fermentatives de l'acide borique et de ses applications à la Therapeutique. Paris, 1877; 8^0^.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1877, Nr. 8. Wien; 4^0^.

Repertorium für Experimental-Physik. Herausgegeben von Dr. Ph. Carl. XIII. Band, 3. Heft. München, 1877; 4^0^.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger." VIe Année, 2e Série, Nr. 52 & 53. Paris, 1877; 4^0^.

Società Adriatica di Scienze naturali in Trieste: Bollettino. Vol. III. Nr. 1. Trieste, 1877; 8^0^.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXI. 1875. Session extraordinaire d'Angers, 1875. Paris; 8^0^. — Tome XXIV. 1877. Comptes rendus des séances. 1. Paris; 8^0^.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. Mars et Avril 1877. 3e Série. 30e année, 2e Cahier. Paris; 4^0^.

— entomologique de Belgique: Compte rendu. Série 2. Nr. 39. Bruxelles, 1877; 8^0^.

— Linnéenne de Bordeaux: Actes. Tome XXXI. IVe Série: Tome I. 3e livraison. Bordeaux, 1877; 8^0^.

Verein, siebenbürgischer, für Naturwissenschaften in Hermannstadt: Verhandlungen und Mittheilungen. XXVII. Jahrgang. Hermannstadt, 1877; 8^0^.

— Militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XIV. Band, 4. & 5. Heft. 1877; Wien; 8^0^.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 25 & 26. Wien, 1877; 4^0^.

Woldřich, J. N.: „Über einen neuen Haushund der Bronzezeit. Wien, 1877; 8^0^.

Fauna der Cyprisschiefer des Egerer Tertiärbeckens.

Von **Ottomar Novák,**
Assistent am Museum zu Prag.

(Mit 3 Tafeln.)

Im Auftrage der naturhistorischen Section des böhmischen Museums sollte ich im Sommer des Jahres 1874, hauptsächlich um Petrefacten zu sammeln, einen Theil der böhmischen Tertiärformation untersuchen. Ich entschied mich für das am meisten nach Westen gelegene Egerer Tertiärbecken und wandte mit Rücksicht auf die mir gestellte Aufgabe den dortigen Cyprismergeln meine besondere Aufmerksamkeit zu, da sie das einzige petrefactenführende Medium dieses Beckens zu bilden scheinen. Auf die Wahl der Gegend hatte vor Allem der Umstand Einfluss, dass die paläontologischen Verhältnisse des angeführten Beckens noch ziemlich unberücksichtigt geblieben sind und die fossilen Thier- und Pflanzenreste den sichersten Leitfaden beim Vergleich der anderen isolirten Becken der böhmischen Tertiärformation darbieten.

Aus Zeitmangel konnte ich leider nur diejenigen Fundorte besuchen, die mir die wichtigsten und interessantesten zu sein schienen. Vor Allem untersuchte ich die Cyprismergel-Ablagerungen der östlichen Umgebung von Franzensbad, dann jene von Königsberg und endlich die an Petrefacten überaus reichen und am schönsten entwickelten Ablagerungen von Krottensee. Einzelne kleinere, hieher gehörige Ablagerungen, worunter die unweit des Dorfes Katzengrün gelegenen, konnte ich nicht näher untersuchen, doch versprechen sie keine besondere paläontologische Ausbeute.

Ich will hier die Eigenthümlichkeiten der Cyprismergel nicht auseinandersetzen, da dieser Gegenstand von Prof. Reuss[1]

[1] Die geognost. Verhältnisse des Egerer Bezirkes u. Ascher Gebietes in Böhmen. (Abhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, I. Band, 1852.)

und Jokély[1] bereits ausführlich behandelt wurde, doch sei mir erlaubt, bloss des Verständnisses wegen, Folgendes zu bemerken.

Mit dem Namen „Cyprisschiefer oder Cyprismergel" belegte Prof. Reuss eigenthümliche schieferige an *Cypris angusta* Rss. ausserordentlich reiche Thone, welche im Egerer Tertiärbecken entwickelt sind, ausserdem aber auch noch im östlich davon liegenden Falkenau-Karlsbader Becken, wenn auch von denen des Egerlandes in vielen Beziehungen verschieden vorkommen. Die sehr feinkörnigen Mergel sind überall mit zarten Glimmerschüppchen und kleinen Quarzkörnchen gemengt, welche ihren Ursprung von Urgebirgsgesteinen verrathen; in der That liegt das ganze Egerer Tertiärbecken in einem von Urgebirgen umgürteten Kessel. Die ziemlich fetten Mergel lassen nur sehr wenig Wasser durch; man kann sie, nachdem sie frisch ausgegraben wurden, leicht mit dem Messer schneiden, beim Trocknen an der Luft werden sie sehr spröde und erhalten nach allen Richtungen unregelmässige Risse. Ihre Farbe ist sehr verschieden: weisslich-gelb, chocoladebraun, bläulich-grün etc.

Stellenweise, namentlich in der Umgebung von Trebendorf und Aag bei Franzensbad, schliessen die Cyprisschiefer verschieden mächtige, über einander liegende und durch kleinere Mergelablagerungen von einander getrennte Bänke von Süsswasserkalk ein, in welchen spärliche Versteinerungen, besonders Schalen von Land- und Süsswasserschnecken vorkommen.

Die Cyprismergel bilden stets das oberste Gesteinsglied und sind desshalb fast überall leicht zugänglich. Ihre Mächtigkeit ist sehr verschieden und erreicht mitunter bis 18 M., wie dies bei Krottensee, südlich von Steinhof der Fall ist.

Wie bereits Prof. Reuss nachwies, bilden die Cyprismergel mehr oder weniger entwickelte, isolirte Becken, welche sich ausschliesslich in einer Zone um den Mittelpunkt des Egerer Beckens angeordnet vorfinden. Der von Nord gegen Süd gezogene Durchmesser derselben beträgt etwa fünf Stunden und reicht vom Dorfe Katzengrün bis Gassnitz. Die von Ost nach West

---

[1] Die tertiären Süsswasser-Gebilde des Egerlandes und der Falkenauer Gegend in Böhmen. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1857.)

gezogene Achse beträgt fast sechs Stunden und würde Franzensbad mit dem Städtchen Königsberg verbinden.

I. Die Cyprismergel der östlichen Umgebung von Franzensbad.

Ziemlich im Mittelpunkt dieser Ablagerung und zwar zwischen den Dörfern Oberndorf, Trebendorf, Aag und Langenbruck schliessen die Mergel ausgedehnte Bänke von Süsswasserkalk ein. Man kann deren vier übereinander liegende unterscheiden, welche durch mehr oder minder mächtige Mergelschichten von einander getrennt sind.[1] Die oberen zwei Kalkbänke sind oolithischen Charakters; in einer graugrünen Grundsubstanz sind einzelne weisse Körnchen von concentrischer Structur eingelagert. Hier fand Prof. Reuss nebst spärlichen Resten von *Cypris angusta* auch einzelne Schalen von *Planorbis applanatus* Thom., *Cyclostoma Rubeschi* Rss., *Limmaea subpalustris* Thom. und *Helix rostrata?* Braun. Trotz fleissigen Suchens ist es mir nicht gelungen, in den oben erwähnten Kalken eine Spur von Fossilien aufzufinden. In den Mergeln findet man nicht selten isolirte Knöchelchen oder stark beschädigte Skelette einer kleinen Fischart, welche zwar in der erwähnten Arbeit als *Lebias Meyeri* Agss. angeführt wird, in der That aber einer ganz anderen Gattung angehört, die zu bestimmen, mir bis jetzt noch nicht gelungen ist. Ganze, wenn auch in der Regel sehr schlecht erhaltene Skelette dieser Fischart trifft man häufiger in den Schiefern von Krottensee.

In den grünlichgrauen Mergeln von Aag unweit der Bahnstation Tirschnitz fand ich ausser zahlreichen Überresten von *Cypris angusta* auch noch einen ziemlich erhaltenen Insectenrest. Es ist dies unzweifelhaft ein Abdruck der Unterseite des auf Taf. III, Fig. 5 abgebildeten Hemipteren, *Brachypelta rotundata* n. sp. den ich auch in den Mergeln von Krottensee vorfand. Die Grösse und die äussere Form des Körpers stimmen mit dem bei Krottensee gefundenen Exemplare gut überein. Die Bildung der

---

[1] In der Volkssprache führen alle diese Bänke besondere Namen; die dritte, welche aus festem Kalkstein besteht und unter dem Namen „Lettenstein“ bekannt ist, wird abgebaut.

Bruststücke, besonders des feinen, scharfen Mittelkiels der Mittelbrust ist dieselbe, wie man sie auch bei der jetzt lebenden *Brachypelta* vorfindet. Von Kopf, Fühlern, Rüssel und Beinen ist leider nichts erhalten. (Siehe Taf. II, Fig. 7.)

Das Exemplar ist 5·5 Millimeter lang und 4 Millimeter breit.

Ausser den bereits angeführten Thierresten wurden in der Umgebung von Franzensbad und zwar bei Tirschnitz, Stücke eines Stosszahnes von ***Mastondon angustidens*** Cuv. aufgefunden, welche Herr Dr. Palliardi bereits vor langer Zeit unserem Museum verehrte.

In nachstehender Übersicht sind sämmtliche bis jetzt in dieser Ablagerung aufgefundenen Thierreste zusammengestellt.

Gattungen und Arten	Vorkommen im Becken von Eger	Vorkommen an anderen Orten der böhmischen Tertiaerformation
1. *Mastodon angustidens* Cuv.	Tirschnitz	—
2. Eine noch nicht näher bestimmbare Fischart.	Katzengrün, Krottensee, Königsberg etc.	—
3. *Planorbis applanatus* Thom.	Oberndorf	Tuchořitz, Kolozruk, Lipen.
4. *Limnaea subpalustris* Thom.	„	Tuchořitz, Kolozruk, Litmitz, Waltsch.
6. *Cyclostoma Rubeschi* Rss.	„	Kolozruk.
7. *Helix rostrata?* Braun.	„	Tuchořitz, Kolozruk, Lipen.
5. *Cypris angusta* Rss.	Katzengrün, Krottensee, Königsberg, Oberndorf, Treunitz etc.	Tuchořitz, Kostenblatt (Kostomlat).
8. *Brachypelta rotundata* n. sp.	Aag, Krottensee.	—

II. Die Ablagerung von Königsberg.

Die Mergel dieser Ablagerung schliessen zwar keine Kalkbänke ein, zeichnen sich aber dadurch aus, dass sie an einigen Orten ziemlich ausgiebige Braunkohlenflötze überlagern, deren minder gutes Material meist aus sogenannter Moor- und Lignitkohle besteht.

Die wenigen Petrefacten, die mir aus der Königsberger Ablagerung bekannt sind, sammelte ich in einem südlich von der Stadt gelegenen, nicht sehr tiefen Wasserrisse, welcher sich rechts von der nach Steinhof führenden Strasse von Ost nach West hinzieht. Die Mergel sind hier von gelblichweisser Farbe und sehr weicher Consistenz. Ihre äusserst feinkörnige Substanz welche dünne Platten bildet, ist besonders geeignet, sehr zarte Thierüberreste vor der Zerstörung zu schützen. Hier fand ich folgende Thierreste:

1. *Cypris angusta* Rss. hier wie überall das häufigste Petrefact. Mit den Schalen dieses Ostracoden sind einzelne Schichten dicht übersäet. Auf anderen dagegen kommen sie spärlich vor. Ihre Anzahl wechselt beständig von Schichte zu Schichte.

2. Von der bereits erwähnten Fischart nur einzelne Knöchelchen und Schüppchen.

3. Ephippien der Gattung *Daphnia* (*D. atava* nov. spec. Taf. II, Fig. 12). Diese sind so klein und unbedeutend, dass sie sehr leicht übersehen werden könnten. Da die Cladoceren in den jetzigen süssen Gewässern sehr häufig in Gesellschaft von Ostracoden und anderen Crustaceen leben, vermuthete ich ihr Vorkommen auch hier und untersuchte desshalb das ganze bei meiner Excursion gesammelte Material. Doch fand ich nur in den Mergeln von Königsberg Cladoceren-Überreste. Es waren dies keine entwickelten Thiere, sondern bloss Eierbehälter, die nach dem Vorgang des dänischen Naturforschers Müller Ephippien genannt werden.

Nach den jetzigen Erfahrungen sind es vollständig geschlossene aus der stark chitinösen Schale des Thieres, durch Umbildung derselben entstandene Kapseln, welche ein oder mehrere im Brutraume des Weibchens enthaltene Eierchen einschliessen. Diese Behälter schwimmen, nachdem die Schale vom Thiere abgestossen wurde, entweder frei an der Wasseroberfläche umher, oder sie sinken zu Boden, je nachdem ihr specifisches Gewicht grösser oder geringer ist als das des Wassers. Auf diese Weise werden die Eier für lange Zeit aufbewahrt. Man findet diese Gebilde fast zu jeder Zeit in unseren stehenden Gewässern mit den betreffenden Crustaceen.

Eine an *Cypris* arme Schichte war dicht mit diesen Gebilden übersäet, die man sofort nach ihrer beträchtlichen Anzahl und nach der dunkleren Färbung erkennt, welche von der lichten Grundfarbe des Gesteins auffallend absticht.

Das abgebildete Exemplar stellt ein solches *Ephippium* dar. Sämmtliche Exemplare, welche einzelne Handstücke zu Tausenden bedecken, sind nach den verschiedensten Richtungen flach gedrückt und in Folge dessen ist auch ihr äusserer Umriss sehr verunstaltet. Nach dem gezeichneten Exemplare kann man schliessen, dass der äussere Umriss des *Ephippium* ein fast rechtwinkeliges Parallelogramm darstellt, dessen vordere Ecke an der Rückenseite schwach zugespitzt ist. Die hintere obere Ecke trägt einen starken, ziemlich langen Stachel, der die Gattung *Daphnia* charakterisirt und so die Stellung des beschriebenen Restes ausser allen Zweifel stellt. Die beiden Ecken der Bauchseite sind etwas abgestumpft, besonders die hintere. Die Kanten sind etwas verdickt. Im Inneren beobachtet man stets zwei querliegende Eier, die unter dem Mikroskope als zwei neben einander liegende, elliptische, dunkelbraun gefärbte Flecke hervortreten. Die Oberfläche gut erhaltener Exemplare zeigt ein äusserst feines, nur bei sehr starker Vergrösserung wahrnehmbares, von sechsseitigen Polygonen gebildetes Netz. Die Länge beträgt 0·78—0·98 Millimeter.

Die Daphniden, von welchen diese Ephippien abstammen, konnte ich leider nicht entdecken, was der bedeutend feineren Consistenz und daher grösseren Hinfälligkeit ihrer Schale zuzuschreiben ist.

Fossile Ephippien sind bereits längere Zeit bekannt und wurden zuerst von Carl v. Heyden[1] in der Braunkohlenformation von Rott entdeckt. Die dort vorkommende Art wurde mit dem Namen *Daphnia fossilis* Heyd. bezeichnet.

III. Die Ablagerung von Krottensee.

Am leichtesten zugänglich sind die Cyprismergel unweit vom Dorfe Krottensee, wo man sie südlich von Königsberg, zur

[1] Gliederthiere aus der Braunkohle des Niederrhein's der Wetterau und der Röhn. Palaeontographica. Band IX.

linken Seite der von Steinhof gegen Süden führenden Strasse antrifft. Bemerkenswerth ist, dass fast sämmtliche Fossilien, welche ich in dieser Ablagerung zu sammeln Gelegenheit hatte, auf eine eigenthümliche, bloss 4 — 8 Cm. mächtige, bräunliche Schichte, welche eine schwache eisenschüssige Mergelbank überlagert, beschränkt sind. Diese Schichte ist aus einer grossen Anzahl feiner Blätter zusammengesetzt, die sich am Durchschnitte in abwechselnd dunkleren und helleren Nuancirungen zeigen. Die einzelnen Blätter dieser Schichte kann man leicht mit einer Messerklinge von einander trennen, auf welche Weise die Mehrzahl der hier vorkommenden Thierreste gesammelt wurde.

Neben einer interessanten und in der Tertiärformation von Böhmen noch ziemlich unbekannten Insectenfauna findet man häufig Reste der bereits erwähnten kleinen Fischart, Abdrücke von Vogelfedern, sehr spärliche Molluskenschalen und den überall häufig vorkommenden Ostracoden, *Cypris angusta*.

Die Schalen des letzteren kommen in den tieferen Schichten nur spärlich vor, ihre Anzahl nimmt aber nach oben so zu, dass einzelne Schichten von ihnen zu Tausenden bedeckt werden. In den höher liegenden Mergeln nimmt ihre Anzahl wieder ab; doch lassen sich einzelne Schalen bis in die obersten menilitführenden Schichten verfolgen.

Molluskenreste werden selten angetroffen; bis jetzt ist mir nur die Schale von ***Planorbis solidus*** Thom. bekannt. Da diese auch im Süsswasserkalk von Tuchořitz, Waltsch, Kolozruk und Mireschovitz vorkommt, so ist sie eine der am meisten verbreiteten Molluskenarten in den Tertiärablagerungen des nordwestlichen Böhmen.

Als eine ziemlich seltene Erscheinung führe ich das Vorkommen von fossilen Vogelfedern an; Vogelknochen konnte ich nicht finden, trotzdem hier Prof. Reuss einzelne Stücke derselben entdeckte. Wo dieselben gegenwärtig aufbewahrt werden, konnte ich nicht erfahren.

Fossile Federn wurden schon vor längerer Zeit nicht nur im Diluvium nachgewiesen, wo sie in dem sogenannten Sauerwasserkalk von Cannstatt bei Stuttgart vorkommen, sondern

auch nicht selten in der Tertiärformation vorgefunden. Ihr Vorkommen im Molassemergel von Öningen, im insectenführenden Mergel von Aix, im Kalkschiefer des Monte Bolca, im Phonolithtuff von Höhgau und im Bernstein der Baltischen Ebene ist bekannt. Ich verweise hier nur auf die Arbeit, welche H. v. Meyer[1] darüber veröffentlichte; dort ist eine Anzahl von Federn, besonders aus der Braunkohle von Rott bei Bonn, abgebildet und beschrieben, die mit den von mir in den insectenführenden Mergeln von Krottensee gefundenen grosse Ähnlichkeit zeigen.

Hier sammelte ich etwa 20 derartige Abdrücke, welche meist Dunen und nur seltener Contourfedern darstellen; zwei derselben sind auf Taf. II, Fig. 13 und Taf. III, Fig. 8 abgebildet. Einzelne Exemplare sind so gut erhalten, dass man nicht nur die Fahnenäste, sondern auch die Nebenstrahlen derselben deutlich wahrnehmen kann. Von Spulen ist nichts erhalten, dagegen tritt der Schaft stets als ein dunkelbraun gefärbter Streifen klar hervor. Die am Ende meist abgestumpften Federfahnen zeigen zu beiden Seiten mehr oder minder grosse Zwischenräume, da ihre Äste in Folge mannigfaltiger Knickungen in Unordnung gerathen sind. Von der ursprünglichen Färbung der Federn lässt sich nichts mehr wahrnehmen, sie besitzen jedoch stets eine dunklere Farbe als das Gestein, in welchem sie vorkommen. Ob diese Federn nur einer oder mehreren Gattungen angehören, lässt sich nicht entscheiden. Aus einem sehr starken und gut erhaltenen Schafte, in dessen Innerem noch das Mark als eine weisse, bröckelige Substanz erhalten ist, lässt sich schliessen, dass die Feder einen etwa die Grösse unserer Gans erreichenden Vogel angehört haben dürfte.

Den gänzlichen Mangel oder das nur spärliche Vorkommen von Vogelknochen, erklärt vielleicht der Umstand, dass Wasservögel — und solche waren wohl die Vögel des ehemaligen Egerer Tertiärbeckens — einige Zeit vor dem Tode ihren Wohnort zu verlassen und die letzten Augenblicke ihres Lebens an einem einsamen Orte am Lande zuzubringen pflegen wo ihre Überreste

---

[1] Über fossile Federn und Eier. Palaeontographica, Band XV.

äusseren Einflüssen allzusehr ausgesetzt sind und leicht zerstört werden.

Wichtiger als die angeführten Vorkommnisse und sehr charakteristisch für die Periode, welcher die Egerer Cyprismergel angehören, ist ihre Insectenfauna. Insectenreste sind zwar nirgends im Becken zahlreich, sie kommen aber in der Ablagerung von Krottensee häufiger als anderswo vor. Ich habe bisher etwa 25 Arten aufgefunden, welche den Ordnungen der Hemipteren, Neuropteren, Dipteren, Hymenopteren und Coleopteren angehören.

Von allen am besten erhalten sind die Hemipterenreste, welche drei Arten aufweisen. Doch konnte bloss bei zweien derselben die Gattung ausser allen Zweifel festgestellt werden; bei der dritten musste ich mich mit der Bestimmung der Familie begnügen. Von Neuropteren, Dipteren und Hymenopteren sind meist nur einzelne Flügel und sehr mangelhafte Körpertheile vorhanden, deren Zusammengehörigkeit man nicht so leicht ermitteln kann. Nicht besser sind die Coleopterenreste, von denen mir nur losgelöste Flügeldecken oder aller Beine und Fühler entbehrende Körpertheile vorliegen. Eigentliche Orthopteren und Lepidopteren scheinen gänzlich zu fehlen.

Im Folgenden will ich die einzelnen, von mir hier aufgefundenen Insectenreste näher beschreiben.

a) Hemiptera.

Monanthia flexuosa nov. spec.

Taf. II, Fig. 8—11.

Der Kopf ist kurz, von oben gesehen dreieckig, mit wulstiger, hervortretender Stirne. Von den bei den Monanthien gewöhnlich vorkommenden Scheiteldornen ist nichts wahrzunehmen. Die Sehfläche der grossen Augen ist deutlich facettirt. Die Fühler sind viergliedrig und zeigen die für die Tingiden charakteristische Bildung. Ihr erstes und zweites Glied ist ziemlich dick, beide fast ebenso lang wie der Kopf; das zweite Glied ist rund sehr kurz, das dritte fadenförmige viermal so lang als das erste und gegen das Ende kaum merklich verdickt. Das vierte, nur an einer Seite deutlich erhaltene Glied ist kurz und

spindelförmig erweitert. Das rautenförmige Prosternum ist schlecht erhalten; der Processus ist sehr deutlich ausgeprägt und sammt dem am Vorderrande abgestutzten Pronotum um mehr als ein Drittel länger als breit. Die Halsblase ist plattgedrückt und zerrissen, ebenso die Seitenränder, so dass man nach ihrer Beschaffenheit nicht mit Sicherheit bestimmen kann, welcher der von Fieber[1] aufgestellten Untergattungen die Art angehört. Die Netzdecken sind am Grunde verschmälert, hinten ausgeschweift, in der Mitte erweitert. Ihr Mittelfeld ist breit, dreieckig, drei Fünftel der ganzen Deckenlänge einnehmend. Die Kiele sind erhaben, die Scheibe grubig, maschig; die kürzeren Seiten des Dreieckes bilden in der Nähe der Spitze des Processus einen stumpfen Winkel. Das Randfeld ist mit einer, das Seitenfeld mit zwei Reihen grosser, meist undeutlicher Maschen versehen. Das Endfeld ist grob netzmaschig. Die Pfannen der Hinterbeine sind durch eine rundliche Scheibe auseinander gerückt, wie dies bei der Gattung *Monanthia* vorzukommen pflegt. Die Stellung der Hinterbrustplatten lässt sich nicht gut ermitteln. Der Hinterleib bietet nichts Eigenthümliches, die gewöhnlich vorkommenden sieben Bauchschienen sind ziemlich deutlich erhalten, ebenso ihre Trachealöffnungen. Von Beinen sind bloss schwache Überreste, vom Schnabel nichts erhalten.

Das auf Taf. II, Fig. 11 abgebildete Exemplar ist 3·6 Millimeter lang und 1·3 Millimeter breit. Das in Fig 8 dargestellte ist 3 Millimeter lang und 1·5 Millimeter breit.

Brachypelta rotundata nov. spec.

Taf. III, 5 A—B.

Körper rundlich eiförmig, mit sehr beschädigtem Kopfe ohne Fühler und Schnabel. Halsschild trapezförmig, an den Seiten bogig zugerundet, Vorderrand ausgeschnitten. Nahe am Vorderrande sieht man einen, bei dieser Gattung gewöhnlich vorkommenden Quereindruck, der zwischen den beiden abgerundet

[1] F. X. Fieber. Entomologische Monographien, Prag 1844. (Exactis reg. soc. scient.)

vorragenden Vorderecken liegt. Die Oberseite ist zerstreut grob punktirt. Schildchen kurz, kaum in die Mitte des Rückens reichend, gewölbt geradseitig, dreieckig, hinten in eine kurze Spitze ausgezogen, fast ganz glatt.

Die Halbdecken ziemlich gut erhalten, zerstreut grob punktirt, mit vorspringender Hauptrippe; Randfeld breit, gereiht punktirt, am Clavusende eine höckerartige Erhöhung.

Membralnath zweimal stark wellenförmig ausgebuchtet.

Von der Membran ist nichts erhalten, doch erinnert ein leichter, weisslicher Schimmer der Hinterleibsringe an deren Vorhandensein.

Der Rücken ist gewölbt, seine Ringe genau wie bei den jetzt lebenden Formen gebogen. Der letzte Hinterleibsring, welcher in Folge des starken Druckes etwas verengt ist, lässt vermuthen, dass das Exemplar ein Weibchen war.

Länge 5 Millimeter, grösste Breite 3·5 Millimeter, also ziemlich kleiner als die jetzt bei uns ziemlich häufige *Brachypelta aterrima* Förs t.

Ein Abdruck der Unterseite dieser Art (siehe Taf. II, Fig. 7) wurde auch in den graugrünen Mergeln von Aag bei Franzensbad vorgefunden.

Ligaeus mutilus nov. spec.

Taf II, Fig. 6.

Dieses Fragment ist die Unterseite eines allem Anscheine nach der Familie der Lygaeiden angehörigen Hemipteren ohne Flügel, Beine und Schnabel. Der Kopf ist dreieckig, nach vorne zugespitzt, an der Spitze zu beiden Seiten ausgeschweift. Die Augen sind schwach angedeutet. Der Thorax ist gross, etwas länger als breit. Sämmtliche Bruststücke sind meist grob, stellenweise gereiht-körnig punktirt. Die Vorder- und Mittelhüften sind vorhanden, die Hinterhüften kaum erkennbar. Das Mittelbruststück hat in der Mitte einen starken Längskiel. Am Hinterleibe bemerkt man fünf Bauchschienen, nach deren Gestaltung man schliessen kann, dass das Exemplar ein Männchen war.

Länge 5·5, Breite 3 Millimeter.

b) Neuroptera.

Neuropterites depertitus nov. spec.

Taf. 2, Fig. 4.

Aus der Classe der Neuropteren liegt mir bloss ein Flügel vor, dessen Zustand so mangelhaft ist, dass man das Geäder besonders in der Nähe des Hinterrandes nicht zu unterscheiden vermag. Ausserdem ist der Flügel durch einen breiten Querbruch im Gestein entzwei gerissen, wodurch die Zusammengehörigkeit der einzelnen Adern in den beiden Flügelhälften nicht genau ermittelt werden kann.

Der Flügel ist lanzettförmig, mit fast geradem vorderen und convexem hinteren Rande und nicht stark abgerundeter Spitze. Man bemerkt eine *vena marginalis*, die ebenso wie die folgenden, nicht stark hervorsteht. Die *vena mediastina* ist sehr kurz, ziemlich undeutlich und scheint bald in die erstere zu übergehen. Die *vena scapularis* spaltet sich zu Ende des ersten Drittels der ganzen Flügellänge in zwei Äste, deren vorderer, ohne sich weiter zu zweigen, parallel mit der Randader verläuft und in den Vorderrand einmündet; der hintere Ast dagegen theilt sich hinter der Flügelmitte in zwei Nebenäste, von welchen der äussere drei Zweigchen nach der Flügelspitze sendet, der innere aber nach kurzem Verlaufe sich neuerdings in zwei Schenkel verzweigt, die in je zwei feine, parallele Äderchen getheilt, die Flügelspitze erreichen. Die *vena externomedia* theilt sich bald nach ihrem Ursprung in zwei Äste, von denen der äussere, einfache nicht weit hinter der Flügelmitte endet, der andere aber zu Ende des ersten Drittels der Flügellänge sich abermals in zwei Äste spaltet; diese entsprechen in ihrer Gestaltung der letzten Abzweigung der vorhergehenden *vena*. Die *vena internomedia* zeigt eine einfache Gabeltheilung. In der Nähe des Flügelgrundes sieht man einige nicht gut erhaltene parallel verlaufende, gabelästige Längsadern, von denen man nicht entscheiden kann, ob sie im Flügelgrunde oder in der letztgenannten Ader ihren Anfangspunkt haben. Von einem, die Längsadern verbindenden Netze konnte ich keine Spur wahrnehmen.

Der abgebildete Flügel ist 10 Millimeter lang, seine grösste Breite beträgt 3 Millimeter.

Das Geäder dieses Flügels zeigt im Allgemeinen etwas Ähnlichkeit mit jenem der Gattung *Termes*. Es sei hervorgehoben, dass eine Nebenrandader *(vena mediastina)*, die bis jetzt bei fossilen Arten dieser Gattung nicht beobachtet wurde[1] bei der eben beschriebenen Art vorhanden ist, allerdings ist sie sehr schwach entwickelt und geht, wie bemerkt, nach kurzem Verlaufe in die Randader über.

c) Diptera.

Bibiopsis Egerana nov. spec.

Taf. I, Fig. 3.

Ich kenne bis jetzt bloss einen Flügel, dessen Geäder mit dem bei dieser Gattung beobachteten am meisten übereinstimmt. Seine Form ist lang-elliptisch. Die erste Längsader mündet mit ihrem Nebenaste hinter der Flügelmitte in den Vorderrand ein. Die zweite fehlt. Die dritte entspringt vor der Mitte aus der ersten, geht anfangs schief nach abwärts und spaltet sich bald hinter der kleinen Querader in zwei ziemlich lange, parallel verlaufende Zweige, deren vorderer am Ende der Randader, der hintere an der Flügelspitze ausmündet. Die kleine Querader ist fast senkrecht. Die vierte Längsader theilt sich in einer kleinen Entfernung von der Querader. Die fünfte ist ziemlich gebogen; ihr oberer Gabelast hängt mit dem Hauptstamme der vierten Längsader durch die senkrechte, sehr schwach entwickelte hintere Querader zusammen. Die hintere Basalzelle ist kürzer als die vordere. Die sechste Längsader ist ziemlich kurz, die siebente unbedeutend. Die Flügel sind dunkelbraun gefärbt und 7·5 Millimeter lang, 2 Millimeter breit.

---

[1] Heer: Insectenfauna der Tertiärgebilde von Öningen und Radoboj.

Goldenberg: Fossile Insecten der Kohlenformation von Saarbrücken (Palaeontographica, Band IV).

Bibiopsis imperialis nov. spec.

Taf. II, Fig. 3.

Der Flügel ist eiförmig, mit geradem Vorderrande und abgerundeter Spitze. Die erste Längsader verläuft anfangs parallel mit der Randader und entsendet am Anfange des zweiten Drittels der ganzen Flügellänge einen schwachen, später sich gabelnden Nebenast, welcher knapp vor dem Randmal in die Vorderrandader mündet, während der Hauptast in die untere Peripherie des Males übergeht. Die zweite Längsader fehlt. Die dritte entspringt aus der ersten ebenfalls am Anfange des zweiten Drittels der Flügellänge, geht anfangs schräg nach abwärts, hängt durch die senkrechte vordere Querader mit der vierten Längsader zusammen, wendet sich von da schwach bogenförmig nach aufwärts und spaltet sich bald in zwei fast parallel verlaufende Äste, von denen der vordere schwächere vor der Flügelspitze, der hintere, als eigentliche Fortsetzung der Hauptader erst an derselben endigt. Der erwähnte vordere Gabelast dieser Ader scheint unmittelbar vor dem Randmale durch ein sehr schwach entwickeltes Queräderchen mit dem Hauptaste der ersten Längsader zusammen zu hängen. Die vierte Längsader verläuft anfangs fast parallel mit dem inneren Aste der dritten, wendet sich, nachdem sie die ebenfalls senkrechte hintere Querader aufgenommen, schräg nach aufwärts zur vorderen Querader und scheint sich alsdann gabelförmig zu spalten. Die fünfte, vor der Mündung gebogene und die vorhergehende etwas an Stärke übertreffende Längsader sendet vor der Flügelmitte eine Abzweigung nach aufwärts, welche sich zwischen der vierten und dem Hauptstamme der fünften Längsader fast bis zum Flügelende erstreckt und durch die hintere Querader mit der vierten in Verbindung steht. Die sechste Längsader ist parallel mit der fünften, aber bedeutend schwächer entwickelt.

Länge 7 Millimeter, Breite 3 Millimeter.

Das gezeichnete Exemplar befindet sich in der Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt zu Wien.

Bibio formosus nov. spec.

Taf. I, Fig. 4.

Der abgebildete Flügel ist breit und länglich eiförmig. Die erste Längsader mit einem ihr beinahe parallel laufenden Seitenast, der in den Vorderrand mündet, endet zu Ende des zweiten Drittels der ganzen Flügellänge. Die zweite Längsader fehlt. Die dritte entspringt aus der ersten hinter der Flügelmitte, läuft anfangs schief nach aussen und unten, entsendet bald die kleine Querader zu der vierten Längsader und mündet in die Flügelspitze. Die vierte Längsader wird von dem Punkte an, wo sie die kleine Querader aufnimmt, plötzlich sehr schwach und theilt sich bald so, dass die beiden Äste den Hinterrand erreichen. Die fünfte Längsader spaltet sich schon zu Ende des ersten Drittels der ganzen Flügellänge. Der Flügel ist bräunlich verfärbt, längs des Vorderrandes etwas dunkler; am Ende der ersten Längsader erkennt man ein längliches dunkel gefärbtes Randmal. Die hintere Querader ist verwischt.

Länge 8 Millimeter, Breite 2·5 Millimeter.

Die Art unterscheidet sich von *Bibio Mimas* Heyd. (Palaeontographica, Band XVII, pag. 258, Tab. 45, Fig. 26) durch die dunkle Verfärbung der vorderen Flügelpartie und die Gabelung der vierten Längsader.

Bibio elegantulus nov. spec.

Taf. I, Fig. 5.

Ein dem vorigen sehr ähnlicher Flügel, jedoch etwas länger und breiter. Die erste Längsader durchdringt das dunkel gefärbte, elliptische Randmal und mündet in die Vorderrandader. Zwischen den beiden genannten Adern sieht man eine schwache Parallelader verlaufen, welche unmittelbar vor dem Randmale die Vorderrandader erreicht. Die zweite Längsader ist nicht vorhanden. Die dritte entspringt aus der ersten nicht weit vom Ende derselben. Die kleine Querader hat eine fast horizontale Lage und bildet scheinbar den Anfang der dritten Längsader. Ausserdem ist noch ein kleines Queräderchen vorhanden, welches den

Winkel der dritten Längsader mit der vierten verbindet, wodurch zwischen den genannten Adern ein kleines dreieckiges Feld entsteht. Die vierte wird von den kleinen Queradern an bedeutend schwächer und ist gegabelt. Die hintere Querader konnte ich nicht wahrnehmen. Die fünfte Längsader theilt sich bereits am Anfange des zweiten Drittels der Flügellänge. Längs des Vorderrandes ist der Flügel dunkel verfärbt.

Länge 10 Millimeter, Breite 3 Millimeter.

Protomyia Bohemica nov. spec.

Taf. II, Fig. 2.

Der einzige von mir aufgefundene Flügel ist lanzettförmig mit geradem Vorderrande und abgerundeter Spitze. Die erste Längsader läuft über die Mitte in den Vorderrand, die zweite fehlt, die dritte entspringt aus der ersten am Anfange des zweiten Drittels der Flügellänge und erreicht, nachdem sie einen Gabelast zum Vorderrand entsendet, die Flügelspitze. Sie ist vor der Flügelmitte durch eine kurze, fast senkrechte Querader mit der vierten Längsader vor deren Gabelung verbunden. Die fünfte Längsader spaltet sich etwas früher als die vorige. Die Analader ist ziemlich kurz und schwach.

Länge 5 Millimeter, Breite 2 Millimeter.

Plecia quaesita nov. spec.

Taf. II, Fig. 5.

Auch von dieser Art ist bloss ein Flügel vorhanden. Das Geäder stimmt im Allgemeinen mit dem von Heer für die Gattung *Plecia* angegebenen überein. Die Vorderrandader ist gerade, die erste Längsader mit ihrem schwachen Vorderaste parallel laufend. Da ein Stück des äusseren Flügelendes nicht erhalten ist, ist es nicht möglich zu entscheiden, ob diese Ader vor, oder erst an der Flügelspitze endet. Bei den von Heer[1] beschriebenen zwei Arten *P. lugubris* und *P. hilaris* scheint der

[1] Insectenfauna von Öningen und Radoboj, II. Abth., pag. 209—211. Tab. XIV, Fig. 20 und Tab. XVII, Fig. 6.

Vorderast der ersten Längsader nicht vorhanden zu sein. Dagegen ist er bei *P. Rhenana* Heyd[1] sehr schön entwickelt. Die zweite Längsader fehlt. Die dritte entspringt aus der ersten etwa in der Flügelmitte, entsendet nach der vierten Längsader ein fast senkrechtes Queräderchen und theilt sich dann in einer kleinen Entfernung von demselben. Die fünfte Längsader ist stärker als die vorigen und theilt sich etwas früher als die vierte, mit deren Hauptstamm ihr vorderer Gabelast durch die hintere, mehr schiefe Querader verbunden ist. Die Analader läuft parallel mit der vorigen. Zwischen der ersten Längsader und dem Vorderrande ist der Flügel dunkelbraun verfärbt.

Länge 5 Millimeter, Breite 2 Millimeter.

Tipula angustata nov. spec.

Taf. I, Fig. 1.

Von dieser Art liegen mir zwei Flügel mit sehr gut erhaltenem Geäder vor. Ihre Form ist lanzettförmig mit abgerundeter Spitze. Ob die erste Längsader doppelt oder bloss einfach ist, konnte ich nicht gut unterscheiden, wahrscheinlich ist sie einfach. Da indessen bei einzelnen lebenden Arten die beiden Äste der ersten Längsader dicht nebeneinander liegen und nur bei sehr genauer Untersuchung unterschieden werden können, so wäre ein ähnliches Verhalten der erwähnten Äste auch bei unserer fossilen Art möglich.

Sie mündet in ein dunkelbraun gefärbtes Mal. Die zweite Längsader entspringt am Anfange der zweiten Hälfte der Flügellänge aus der ersten und endet, allmälig sich verjüngend, am Vorderrande nahe der Spitze. Die dritte ist einfach, entspringt aus der Mitte der zweiten und geht anfangs schief nach abwärts, dann aber parallel mit der Randader zur Flügelspitze. Der die Verbindung der dritten mit der vierten Längsader vermittelnde Querast ist sehr kurz und unbedeutend. Die vierte Längsader umrahmt eine vollständige Discoidalzelle, von deren Basis ein und von deren spitz auslaufendem Vordertheile zwei Äste zum Flügelrande sich hinziehen. Der oberste Ast ist gestielt und

[1] Palaeontographica, Band XIV, Tab. 9, Fig. 9.

gegabelt, die beiden übrigen einfach. Die fünfte Längsader ist nur vor der Mündung gebogen, die sechste viel kürzer und die hintere Querader an den unteren Zweig der vierten Längsader angelehnt. Die Discoidalzelle ist an der Basis durch ein sehr feines Äderchen geschlossen. Die Vorderrandader ist mit sehr feinen Haaren versehen.

Länge 8 Millimeter, Breite 2 Millimeter.

Tipula expectans nov. spec.

Taf. I, Fig. 2.

Bis jetzt ist bloss der abgebildete Rest bekannt, welcher das Mittelstück eines Flügels darstellt. Das Geäder stimmt mit jenem der Gattung *Tipula* überein. Durch die Form der Discoidalzelle und die etwas gebogene Randader ist dieser Flügel von dem vorigen sehr leicht zu unterscheiden. Der Flügel ist ziemlich entfärbt, jedoch lässt sich das elliptische Randmal gut unterscheiden.

Länge unbekannt, Breite 3 Millimeter.

Ptychoptera deleta nov. spec.

Taf. II, Fig. 1.

Auch von dieser Art ist mir nur ein unvollständiger Flügel bekannt, dessen Nervatur aber sehr gut erhalten ist und mit jener der Gattung *Ptychoptera* vollständig übereinstimmt. Auch das Vorkommen der jetzt lebenden Ptychopteren an sumpfigen Stellen steht mit den während der Ablagerungsdauer der Mergel muthmasslich obwaltenden Verhältnissen nicht im Widerspruche.

Die erste Längsader ist doppelt, ihr Vorderast hängt durch ein kurzes Zweigchen mit dem Vorderrande zusammen und mündet dann in ihn ein. Der etwas längere Hinterast verschmilzt mit der äusseren Hälfte der zweiten Längsader. Diese ist bis zum Ursprunge der dritten gebogen, dann mit derselben parallel laufend; die dritte ist vorne gespalten und entsendet bald nach ihrem Ursprunge einen kleinen Querast zur vierten Längsader. Diese sendet unmittelbar nach der Aufnahme der erwähnten Querader einen Zweig nach abwärts, der dann

mit dem Hauptaste ziemlich parallel verläuft. Die schiefe hintere Querader hängt mit dem Basalstück des unteren, vorderen Astes der vierten Längsader zusammen. Die fünfte, sowie die siebente Längsader sind nicht vollständig erhalten. Sämmtliche Längsadern sind schwarzbraun gefärbt; bei starker Vergrösserung beobachtet man an der Zellenoberfläche feine, dicht stehende, kurze Härchen.

Länge 7 Millimeter.

Sciara Martii nov. spec.

Taf. III, Fig. 6.

Von der etwas seitlich auf dem Rücken liegenden Fliege ist nur der Hinterleib und ein Theil des Halsschildes erhalten, der überdies so zerdrückt ist, dass man seine ursprüngliche Form nicht mehr zu unterscheiden vermag. Am Kopfe ist die facettirte Sehfläche des Auges nur bei sehr starker Vergrösserung wahrzunehmen. Der Hinterleib ist eiförmig, breit, nach hinten stark verschmälert und zugespitzt. Wahrscheinlich gehört der erhaltene Überrest einem weiblichen Exemplar an. Die Anzahl der Segmente lässt sich nicht bestimmen. Das einzige erhaltene Bein ist ziemlich lang, schmal und ebenso wie der Halsschild und die zwei ersten Flügeladern dunkel gefärbt.

Die Flügel sind hell, etwas länger als der erhaltene Körpertheil, in der Mitte breit, an der Spitze abgerundet. Die Nebenrandader mündet in der Flügelmitte in die Randader. Der Ursprung der *vena discoidalis media* und der nächst folgenden Adern kann nicht ermittelt werden, doch lässt sich eine Analyse der erhaltenen Adern leicht durchführen. Ich richte mich hiebei genau nach der von Winnertz[1] vorgeschlagenen und auch von Heyden[2] angewendeten Terminologie.

Flügellänge 3·2 Millimeter, grösste Breite 1 Millimeter.

Ich erlaubte mir diese Art nach dem vor kurzer Zeit der Wissenschaft durch den Tod entrissenen Freunde Göthes und Sternbergs, Herrn Dr. Anton Martius, Custos am Museum

---

[1] Zool. bot. Verein 1867.

[2] Palaeontographica, Band XVII.

zu Wernsdorf bei Kaaden, zu benennen, zum Zeichen meiner Dankbarkeit für die Opferwilligkeit, mit der er mich auf einer meiner Excursionen in die Tertiärgebilde des nordwestlichen Böhmens begleitete.

d) Hymenoptera.

Pheidologeton bohemicus nov. spec.

Taf. III, Fig. 3.

Da ich von dieser Art etwa zehn Vorderflügel gesammelt habe, so kann sie wohl zu den häufigsten Insectenresten des Egerer Tertiärbeckens gerechnet werden. Trotzdem liegt mir bloss ein einziges Exemplar vor, an welchem nebst den beiden Vorderflügeln und einem Hinterflügel auch noch der Kopf, der Vorderleib und schwache Andeutungen von Fühlern und Beinen vorhanden sind. An dem nach vorne etwas verschmälerten Kopfe sind nebst den beiden Augen und den Stirnleisten auch die Fühlergruben mit undeutlichen Fühlerresten vorhanden. Der Vorderleib ist so verunstaltet, dass man von seiner ursprünglichen Form nichts mit Sicherheit sagen kann. Seine vordere Partie ist dicht quer gestreift. Vom Stielchen und Hinterleib sind nur sehr spärliche Reste vorhanden. Dagegen sind die Flügel und ihr Geäder gut erhalten, welchem Umstand die Bestimmbarkeit der Gattung zu verdanken ist.

Die *cellula discoidalis* beginnt ebenso wie bei *Ph. Schossnitzensis* Assmann[1] erst hinter dem ersten Drittel der ganzen Flügellänge und reicht fast bis zur Mitte derselben. Die *costa cubitalis* spaltet sich in einer sehr kleinen Entfernung vom Ende der Discoidalzelle. Ihre beiden Äste divergiren schwach nach aussen; der vordere sendet nach kurzem Verlaufe die *costa transversa* nicht ganz rechtwinkelig nach dem Perostygma und hat dann mit dem hinteren Aste eine fast parallele Richtung. Auch der äussere Abschnitt der *costa basalis* geht nicht rechtwinkelig zur *costa scapularis*, sondern bildet mit ihr einen etwas

---

[1] Beiträge zur Insectenfauna der Vorwelt (Sep. Abdruck aus der Zeitschrift für Entomologie des Vereins für schlesische Insectenkunde. Breslau 1870, Tab. I, Fig. 3).

stumpfen, gegen die Flügelspitze offenen Winkel. Die durch die *costa basalis* und *recurrens* gebildeten Grenzen der *cellula discoidalis* sowie die *costa transversomedia* sind nach aussen deutlich convex.

Diese Art scheint näher mit *Ph. Schossnitzensis* Assm., aus den Miocenschichten von Schossnitz bei Kanth, als mit Ph. *antiquus*[1] aus dem baltischen Bernstein verwandt zu sein. Durch die fast parallelen Äste der *costa cubitalis* und ihren sehr kurzen Stiel, ferner durch die schiefe Lage des vorderen Abschnittes der *costa basalis* ist die eben beschriebene Art von der ersteren sehr leicht zu unterscheiden.

Einzelne Flügel erreichen eine Länge von 8 Millimeter, ihre grösste Breite beträgt dann 2·5 Millimeter.

Myrmica? nebulosa nov. spec.

Taf. III, Fig. 1.

Ein Exemplar lichtbraun gefärbt, mit kleinem, pentagonalem Kopfe und nicht grossen, rundlichen Augen. Der Thorax ist ziemlich gross, mehr als zweimal so lang wie der Kopf, vorn gerade, nach hinten etwas verschmälert, mit deutlicher Querstreifung an den Rändern. An den Vorderflügeln, welche etwas mehr als zweimal so lang sind wie der ganze Thorax, bemerkt man mit Ausnahme der dunkel gefärbten, länglichen, fast in der Flügelmitte gelegenen Pterostigmas nur sehr unbedeutende Andeutungen des Geäders, welcher Umstand, im Vereine mit dem sehr schlecht überlieferten Stielchen eine sichere Bestimmung der Gattung unmöglich macht. Der Hinterleib ist stark zerdrückt und nur ein kleiner Theil desselben erhalten.

Flügellänge 3·5 Millimeter, Flügelbreite 1 Millimeter.

Formica buphthalma nov. spec.

Taf. III, Fig. 2.

Ein Exemplar in seitlicher Lage, sehr stark zusammengedrückt. — Der Kopf ist rundlich, mit verhältnissmässig grossen

---

[1] Dr. G. Mayer: Die Ameisen des baltischen Bernsteins, pag. 93, Tab. V, Fig. 95.

ovalen Augen. Mit Ausnahme eines Fühlerschaftes sind keine Kopftheile erhalten. Der Thorax ist länglich oval, mehr als zweimal so lang wie der Kopf. Von Beinen sind nur einzelne Stücke vorhanden, auch das Geäder des erhaltenen lanzettförmigen, sehr langen Vorderflügels ist sehr mangelhaft. Doch kann man leicht ein längliches, schmales, dunkelbraun gefärbtes Pterostigma unterscheiden. Das Stielchen ist verborgen, der Hinterleib etwas länger als breit, oval, mit vier erhaltenen und deutlich von einander getrennten Segmenten, von denen der erste am längsten ist, die nächst folgenden, mit Ausnahme der sehr kleinen letzten, fast gleich lang sind.

Körperlänge 3·5 Millimeter, Flügellänge 4·5 Millimeter, Flügelbreite 1·5 Millimeter.

Bombus crassipes nov. spec.

Taf. III, Fig. 4.

Ein Exemplar, dunkelbraun gefärbt, ohne Kopf und Flügel, so stark zusammengedrückt, dass man die Grenze zwischen Thorax und Hinterleib kaum wahrzunehmen vermag. Letzterer ist vom ersteren theilweise überdeckt. Von den Beinen sind die hinteren sehr gut erhalten, stark entwickelt und reichen über die Hinterleibsspitze hinaus. Die Schenkel sind stark, die Schienen platt, nach hinten erweitert und abgestutzt. Das erste Tarsusglied ist ebenfalls gross, platt und an beiden Enden abgestutzt, das zweite nur auf einer Seite vollständig; vom dritten ist bloss ein kleiner Rest vorhanden. Die ganze Oberfläche ist entweder dicht behaart, oder wo die Haare weggerieben sind, mit feinen, punktförmigen, dicht gedrängten Grübchen versehen. Diese Behaarung ist besonders an den Hinterbeinen deutlich entwickelt.

Die Länge des erhaltenen Stückes beträgt 10 Millimeter, die Breite 6 Millimeter.

e) Coleoptera.

Melolontha solitaria nov. spec.

Taf. III, Fig. 7 A—B.

Von dieser Art liegt mir bloss eine Flügeldecke vor. Sie ist ziemlich breit, an der Basis abgerundet, an der Seite des

Schildchens schief abgeschnitten; ihre Spitze ist ziemlich abgestumpft. Dicht an der Naht verläuft ein scharf ausgesprochener Streifen, der sich nach hinten zu etwas verschmälert und nicht bis zur Flügelspitze herabreicht. Die vier, die Gattung *Melolontha* charakterisirenden Längsrippen sind sehr gut erhalten und ziemlich gleich weit von einander entfernt; nur der Raum zwischen dem Nathstreifen und der innersten Rippe ist viel breiter, der zwischen der vierten Rippe und dem Aussenrande etwas schmäler als die anderen Zwischenrippenräume. An der Schulter und nahe an der Spitze der Flügeldecke beobachtet man einen aufgetriebenen, allerdings stark niedergedrückten Höcker. Keine der Rippen erreicht die Spitze der Flügeldecke, sondern alle verlaufen gegen einen daselbst angebrachten Höcker, welchen sie auch, die dritte ausgenommen, erreichen; die hinteren Enden der zwei inneren Rippen stehen an diesem Höcker durch einen kurzen Bogen in Verbindung. Die ganze Oberfläche ist mit dicht gedrängten, nur bei starker Vergrösserung sichtbaren Grübchen besetzt.

Länge 16 Millimeter, grösste Breite 7 Millimeter.

Verzeichniss der in der Ablagerung von Krottensee vorkommenden Thierreste.

Gattungen und Arten.	Vorkommen im Becken von Eger	Vorkommen an anderen Orten der böhmischen Tertiärformation.
Planorbis solidus Thom.	Krottensee	Tuchořitz, Kolozruk, Waltsch, Mireschowitz.
Cypris angusta Rss.	Aag, Krottensee, Königsberg, Katzengrünn, Treunitz, etc.	Tuchořitz, Kostomlat. Auch im Carlsbad-Falkenauer Becken.
Monanthia flexuosa nov. sp.	Krottensee	—
Brachypelta rotundata nov. sp.	Aag, Krottensse	— —
Lygaeus mutilus nov. sp.	Krottensee	—
Neuropterites deperditus n. sp.	"	—
Bibiopsis imperialis nov. sp.	"	—
Bibiopsis Egerana nov. sp.	"	—
Bibio formosus nov. sp.	"	—
Bibio elegantulus nov. sp.	"	—
Protomyia Bohemica nov. sp.	"	—
Plecia quaesita nov. sp.	"	—
Tipula angustata nov. sp.	"	—
Tipula exspectans nov. sp.	"	—
Ptychoptera deleta nov. sp.	"	—
Sciara Martii nov. sp.	"	—
Pheidologeton Bohemicus n. sp.	"	—
Myrmica? nebulosa nov. sp.	"	
Formica buphthalma nov.	"	—
Bombus crassipes nov. sp.	"	—
Melononatha solitaria nov. sp.	"	—
Eine noch nicht näher bestimmbare Fischart.	Katzengrün, Königsberg, Krottensee, etc.	—
Einzelne Federn und Knochen eines unbekannten Vogels.	Krottensee	—

Ausserdem nicht zahlreiche Pflanzenabdrücke.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. *Tipula angustata* nov. sp. Krottensee.
„ 2. *Tipula exspectans* nov. sp. „

Adern und Zellen. (Nach Schiner.)

ϰ. Vorderrandader,	*a.* Vorderrandzelle,
1. erste Längsader,	*b.* Randzelle,
2. zweite „	*c.* Unterrandzelle,
3. dritte „	*d.* Vordere Basalzelle,
4. vierte „	*e.* Hintere Basalzelle,
5. fünfte „	*f.* Discoidalzelle,
6. sechste „ *(analis)*	*g.* Analzelle,
7. siebente „ *(axilaris)*	*h.* Axillarzelle,
w vordere } Querader	*i.* Lappenzelle,
y hintere } Querader	*k.* Erste Hinterrandzelle,
	*k*1, *k*2, *k*3, *k*4 } zweite, dritte, vierte und fünfte Hinterrandzelle.

Fig. 4. *Bibio formosus* nov. sp. Krottensee.
5. *Bibio elegantulus* nov. sp.

Tafel II.

Fig. 1. *Ptychoptera deleta* nov. sp. Krottensee.

Adern und Zellen. (Nach Schiner.)

ϰ Vorderrandader.	*a.* Vorderrandzelle,
1. erste Längsader,	*b.* Randzelle,
2. zweite „	*c.* Unterrandzelle,
3. dritte „	*d.* Vordere Basalzelle,
4. vierte „	*e.* Hintere Basalzelle,
5. fünfte „	*w* vordere } Querader,
7. siebente „	*y* hintere } Querader,

Fig. 2. *Protomyia Bohemica* nov. sp. Krottensee.)
„ 3. *Bibiopsis imperialis* nov. sp. (Sammlung der k. k. geol. Reichsanstalt. Krottensee.)
„ 4. *Neuropterites deperditus* nov. sp. Krottensee.

Fig. 5. *Plecia quaesita* nov. sp. Krottensee.
„ 6. *Lygaeus mutilus* nov. sp. Krottensee.
„ 7. *Brachypelta rotundata* nov. sp. Aag bei Franzensbad.
„ 8. *Monanthya flexuosa* n. sp. Abdruck der Unterseite }
„ 9. „ „ „ Von der Unterseite } Krottensee.
„ 10. „ „ „ Abdruck der Unterseite }
„ 11. „ „ „ Oberseite. }
„ 12. *Daphnia atava* nov. sp. *Ephippium* Königsberg.
„ 13. Abdruck einer Vogelfeder, von Krottensee.

Tafel III.

Fig. 1. *Myrmica? nebulosa* nov. sp. Krottensee.
„ 2. *Formica buphthalma* nov. sp. „
„ 3. *Pheidologeton Bohemicus* nov. sp. „
„ 4. *Bombus crassipes* nov. sp. „
„ 5. *Brachypelta rotundata* nov. sp. *A.* nat. Grösse, *B.* fünfmal vergrössert. Krottensee.
„ 6. *Sciara Martii* nov. sp. Krottensee.

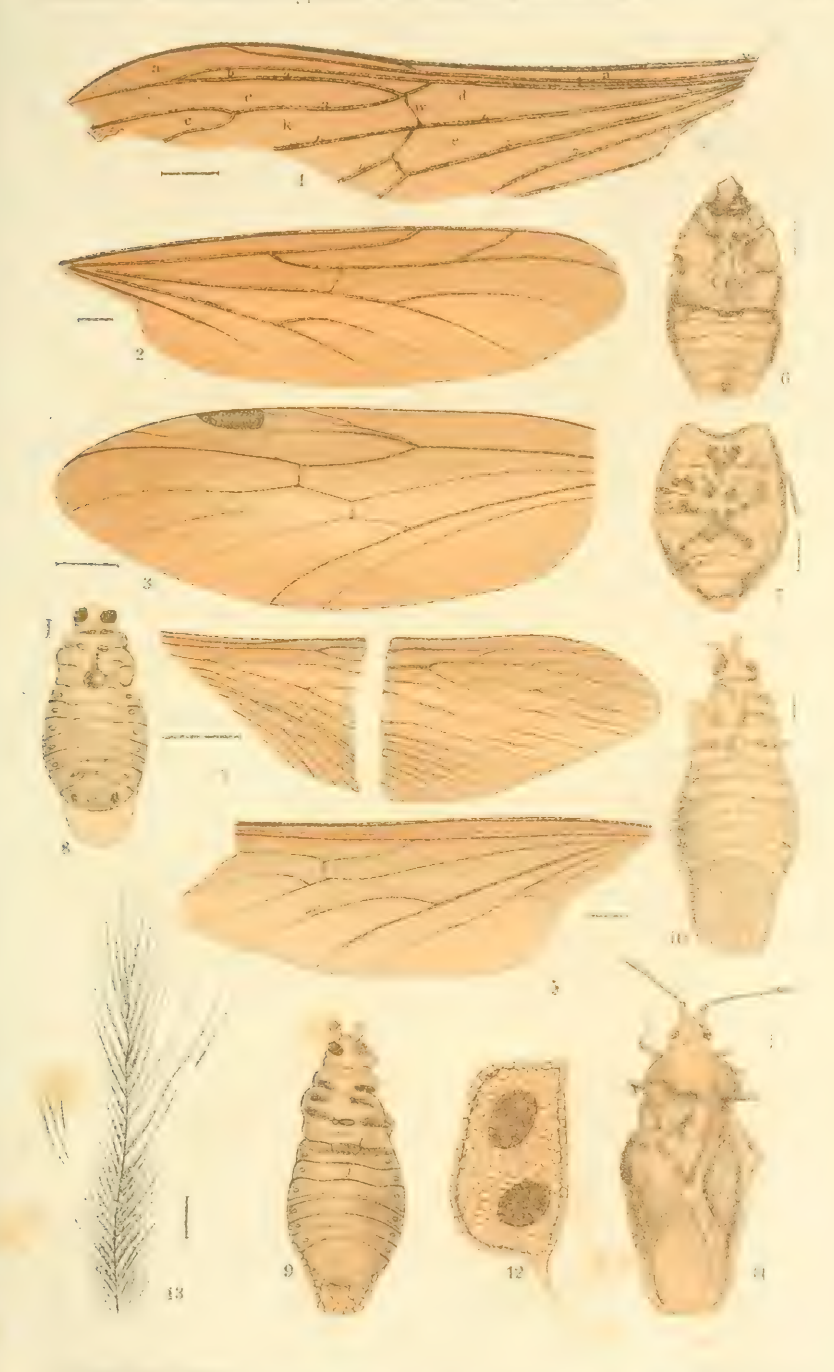
Die Adern. (Nach Winnertz.)

1. Randader (*Costa*).
2. Unterrandader (*Subcosta radius*).
3. Hinterrandader (*vena postica*).
5. Ellbogenader (*cubitus*).
7. Mittlere Scheibenader (*vena discoidalis media*).
8. Obere Scheibenader (*v. discoidal. sup.*).
9. Untere Scheibenader (*v. discoidal. inf.*).

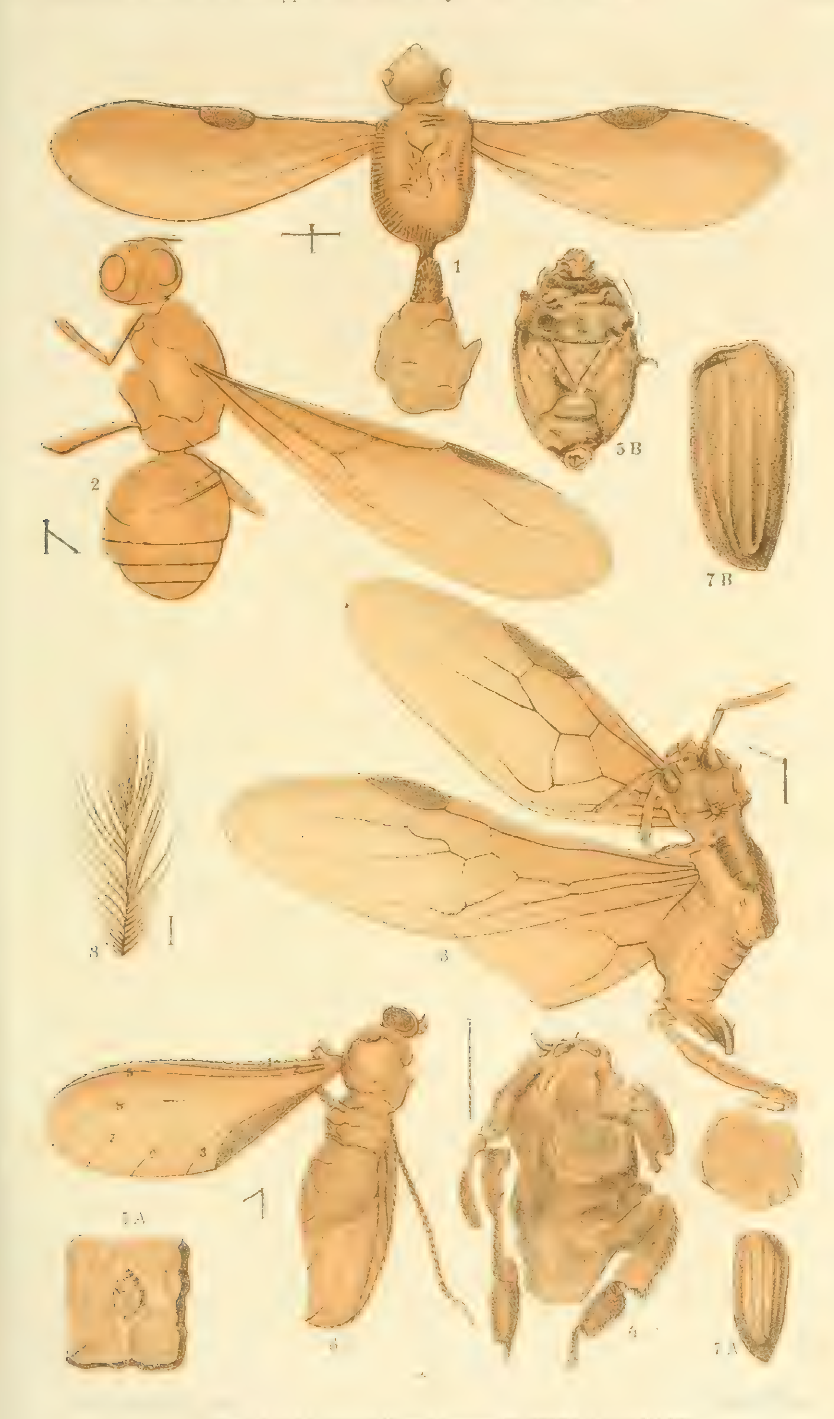
Fig. 7. *Melolontha solitaria* nov. sp. A. nat. Grösse, *B.* zweimal vergrössert.
„ 8. Abdruck einer Feder, von Krottensee.










1
2
7 B
7 A



Die Glimmergruppe.

I. Theil.

Von dem w. M. **G. Tschermak.**

(Mit 4 Tafeln und 7 Holzschnitten.)

Die Naturgeschichte der Glimmer ist noch nicht sehr vollständig bekannt. Die Feststellung der Gattungen, die Untersuchung ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit, die Ermittelung der gegenseitigen Beziehungen sind noch nicht sehr weit vorgeschritten. Es hat allerdings nicht an Versuchen gefehlt, in das Verständniss dieser Gruppe einzudringen, doch scheiterten viele Bemühungen an der Ungunst des Materiales, zuweilen auch an der Unvollkommenheit der Methoden.

Unter den Eigenschaften der Glimmer war es bisher vorzugsweise das optische Verhalten, welches eine allgemeinere Beachtung fand, was der ausgezeichneten Spaltbarkeit dieser Minerale sowie der günstigen Lage der optischen Axen zuzuschreiben ist.

Biot erkannte schon, dass es optisch zweiaxige und optisch einaxige Glimmer gebe, wovon die letzteren durch einen Magnesiagehalt ausgezeichnet sind. Die Grösse des Axenwinkels der ersteren wurde von Biot für ein specifisches Unterscheidungsmerkmal gehalten, wogegen Sénarmont die Variation jenes Winkels durch das Statthaben isomorpher Mischung erklärte. Seither wurden die Axenwinkel und wurde die Orientirung sehr vieler Glimmer bestimmt, so von Silliman, Blake, v. Kobell, Grailich, Descloizeaux.

Nach diesen Untersuchungen wurde erkannt, dass es auch zweiaxige Magnesiaglimmer gebe, ferner dass bei den zweiaxigen Glimmern zweierlei Orientirung vorkomme, indem die

Verbindungslinie zwischen den optischen Axen bei den einen in eine Diagonale der sechsseitigen Blättchen falle, während sie bei den anderen senkrecht gegen die vorige Richtung gestellt sei. Die einaxigen Glimmer wurden auf Hausmann's Vorschlag Biotit genannt, während bestimmte Magnesiaglimmer mit kleinem Axenwinkel von Dana mit dem Breithaupt'schen Namen Phlogopit belegt, ferner die zweiaxigen Kaliglimmer mit der Bezeichnung Muscovit versehen wurden. Die eisenfreien Lithionglimmer (Lepidolith) fand man optisch den Muscoviten gleich die eisenhaltigen (Zinnwaldit) aber ähnlich den Phlogopiten.

Die optische Orientirung war in mehreren Fällen unsicher, weil die Randausbildung fehlte, bis Reusch durch die Entdeckung der Schlaglinien ein Mittel an die Hand gab, die Lage jener Diagonale an jedem Blättchen zu bestimmen, worauf Bauer neue Bestimmungen an vielen Glimmern ausführte und eine zweite Art von Trennungen, nämlich die Gleitflächen, resp. Drucklinien weiter verfolgte. Merkwürdigerweise hat früher Niemand die Annahme, dass bei den zweiaxigen Glimmern die Halbirungslinie des spitzen Axenwinkels auf der vollkommenen Spaltung senkrecht sei, näher geprüft. Es schien dies selbstverständlich, weil man an ein rhombisches Krystallsystem dachte. Vor kurzem aber beobachteten Groth und Hintze einen vorzüglichen Biotitkrystall vom Vesuv und ich untersuchte den Muscovit in dieser Richtung. Es zeigte sich, dass jene Linie mit der Spaltfläche keinen rechten Winkel bilde, und dass die Orientirung eine solche sei, wie sie bei den monoklinen Krystallen eintritt.

In krystallographischer Hinsicht lieferten die Glimmer früher nur wenige brauchbare Resultate, da nur selten Krystalle zu finden sind, welche eine Messung gestatten. Haüy hielt den Muscovit für rhombisch, G. Rose hielt ihn für monoklin, Breithaupt stellte diesen Glimmer, sowie den Zinnwaldit und Phlogopit zu den monoklinen Mineralen. Marignac publicirte der erste genauere Messungen an guten Krystallen von Muscovit, welche vollkommen monoklinen Character zeigten, doch wurden diese Beobachtungen wenig bekannt. Senarmont glaubte nach dem optischen Verhalten unbedingt auf ein rhombisches Krystallsystem schliessen zu dürfen und seither hat sich diese Ansicht erhalten. Kokscharow, welcher mehrere monosym-

metrisch aussehende Formen des Muscovits beschrieb, suchte ihnen demnach eine Deutung zu geben, welche dem rhombischen System entsprach. Indess haben ausser der Krystallausbildung auch die Ätzversuche Leydolt's und schliesslich meine optischen Bestimmungen den monoklinen Character bewiesen.

Die magnesiahaltigen Glimmer wurden am Vesuv in vollkommenen Krystallen gefunden, welche zwei anscheinend verschiedene Formen zeigten. Ausgezeichnet monosymmetrische Krystalle gaben G. Rose und Phillips Anlass, ein monoklines Krystallsystem anzunehmen. Phillips scheint einen monosymmetrischen Krystall vom Vesuv für Muscovit gehalten zu haben, was sich in der Bearbeitung seines mineralogischen Handbuches durch Miller vererbte. Es fanden sich aber auch Krystalle von rhomboëdrischem Aussehen. Marignac beschrieb die hexagonale Ausbildung des Vesuvglimmers und gab die entsprechenden Messungsresultate. Dazu passte die Wahrnehmung des Bildes einaxiger Körper im polarisirten Lichte, welche an den Blättchen vieler Magnesiaglimmer gemacht worden war. Kokscharow gelangte so zu der Ansicht, dass die Formen des Vesuvglimmers hexagonal zu deuten seien. — Hessenberg, welcher von der Beobachtung dreier Flächenpaare ausging, die mit einander gleiche Winkel bilden, erklärte die Krystalle für rhomboëdrisch. Damit schienen auch die Ergebnisse der von Leydolt, später von Baumhauer angestellten Ätzversuche zu stimmen. G. vom Rath und Kokscharow schlossen sich der Ansicht Hessenberg's an jedoch sprachen die Zwillinge des vesuvischen Glimmers, die leicht erkennbare Zweiaxigkeit vieler Krystalle, die optische Beobachtung Hintze's deutlich für das monokline Krystallsystem.

Die chemische Kenntniss der Glimmer war schon durch Klaproth's Arbeiten so weit gediehen, dass man Magnesia- und Kaliglimmer unterschied. Später fügte man den Untersuchungen Gmelin's zufolge als dritte Abtheilung die der lithionhaltigen Glimmer hinzu. Unter den folgenden Arbeiten haben besonders die Analysen H. Rose's, welcher zuerst den Fluorgehalt der Glimmer bestimmte, die chemische Natur dieser Minerale näher kennen gelehrt. Die Analysen von Svanberg,

v. Kobell, Delesse, Haughton, Smith und Brush, Rammelsberg zeigten eine grosse Mannigfaltigkeit der percentischen Zusammensetzung innerhalb jener Gruppe, so dass es ausserordentlich schwierig erschien, das Gesetz aufzufinden, welches die chemische Mischung dieser Körper beherrscht. Gmelin hatte zwar die chemische Formel des Muscovits bis auf den Wassergehalt richtig angegeben und viele spätere Forscher trachteten die Regel in dem Schwanken der Zusammensetzung der magnesiahaltigen Glimmer zu erkennen, doch hinderte nicht nur die Mehrzahl der vorhandenen isomorphen Verbindungen, sondern auch die Unvollständigkeit der analytischen Methoden, besonders in Bezug auf die Bestimmung des Eisenoxyduls und des Wassers, das Eindringen in die Kenntniss der Constitution dieser Minerale. Die Berücksichtigung des Wassergehaltes führte Rammelsberg zu einer richtigeren Auffassung der Kaliglimmer, und vor wenigen Jahren bemühte ich mich, die Constitution der im Muscovit vorliegenden Verbindung zu ermitteln, aber bezüglich der übrigen Glimmer blieb es bis jetzt völlig ungewiss, welche chemischen Verbindungen in denselben auftreten.

In der Systematik der Glimmer zeigt sich entsprechend den physikalischen und chemischen Untersuchungen ein allmäliger Fortschritt, jedoch konnte so lange keine sichere Eintheilung getroffen werden, bis man die Beziehungen zwischen den optischen Eigenschaften und der Zusammensetzung etwas genauer kannte. Daher finden sich bei Phillips, Senarmont, Grailich, Naumann, Descloizeaux noch viele Verwechslungen von Muscovit, Zinnwaldit, Biotit, Phlogopit, sobald die letzteren mit lichten Farben auftreten. Erst in Dana's System of Mineralogy 1874 wurde für die krystallisirten Glimmer eine systematische Eintheilung angegeben, die allen Anforderungen gerecht wurde.

Über das gegenseitige Verhalten der Glimmer liegen die werthvollen Beobachtungen G. Rose's vor, welcher die parallele Verwachsung der Glimmer mit einander und mit anderen Mineralen beschrieb.

Das Auftreten der Glimmer in den Gesteinen ist Gegenstand aufmerksamer Studien gewesen. Die Thatsache, dass in den

jüngeren Eruptivgesteinen fast ausschliesslich Biotite vorkommen, während die kali- und die lithionhaltigen Glimmer den krystallinischen Schiefern und den Graniten angehören, dass die Phlogopite, wie Dana hervorhob, dem Kalk und Serpentin eigenthümlich sind, wird immer mehr gewürdigt.

Über die Bildung der Glimmer ist durch die Erforschung der Pseudomorphosen Licht verbreitet worden. Die Entstehung von Muscovit aus Feldspath, welche durch die Arbeiten von Bischof, Kjerulf, G. vom Rath, Blum, Knop sichergestellt worden, ferner die Entstehung von Biotit aus Hornblende und Augit gehören zu den wichtigsten Erscheinungen, welche die heutige Geologie verfolgt. Das genauere Verständniss dieser Wandlungen, des Werdens und Vergehens dieser Minerale, welches von Volger weitläufiger behandelt worden, dürfte wohl erst durch künftige Arbeit zu erringen sein und dies um so mehr, als über die Veränderungen, welchen die Glimmer selbst unterliegen noch ungemein wenig bekannt ist.

Der hier kurz angedeutete Zustand der heutigen Kenntniss fordert wohl sehr nachdrücklich zur Fortsetzung der Forschung auf. Ich entschloss mich daher, schon vor mehreren Jahren zu einer Bearbeitung dieser Gruppe in dem Sinne wie ehedem bei den Feldspathen. Der experimentelle Theil der Arbeit wurde so durchgeführt, dass ich an dem besten Material, welches ich zu erreichen vermochte, die krystallographischen und optischen Bestimmungen ausführte, während mein hochverehrter Freund, Herr Professor E. Ludwig die chemische Untersuchung leitete und das von mir geprüfte und mit grösster Sorgfalt ausgesuchte Material nach den von ihm erprobten oder neu aufgefundenen Methoden theils selbst untersuchte, theils unter seiner Leitung analysiren liess. An diesen Arbeiten hat sich Herr Dr. Berwerth in hervorragender Weise betheiligt.

Durch dieses Verfahren und durch diese Theilung der Arbeit war es ermöglicht, dass die Versuche in physikalischer und in chemischer Richtung an denselben Stücken und nach den besten Methoden ausgeführt wurden.

Nicht unbedeutende Schwierigkeiten waren bei der Berechnung der chemischen Daten zu überwinden, nicht nur wegen der zeitraubenden numerischen Rechnung, sondern wegen der Lang-

wierigkeit der Induction, welche nur allmälig fortschreitet, weil sie immer Aufgaben antrifft, in welchen mehr Unbekannte vorkommen als Gleichungen gegeben sind.

Nach den bisherigen Untersuchungen bin ich bei den eigentlichen Glimmern zu folgender Eintheilung gelangt, welcher ich im Weiteren folgen werde:

	I	II	
Biotite:	Anomit,	Meroxen,	Lepidomelan,
Phlogopite: ..		Phlogopit,	Zinnwaldit.
Muscovite: ...	Lepidolith,		
	Muscovit,		
	Paragonit,		
Margarite: ...	Margarit.		

Die unter I begriffenen Glimmer zeigen dieselbe optische Orientirung, indem bei ihnen die Ebene der optischen Axen zur Symmetrieebene senkrecht ist, während bei allen unter II aufgezählten Glimmern jene Ebene zur Symmetrieebene parallel ist.

Physikalische Eigenschaften.

Alle Gattungen der Glimmer lassen, soweit meine genaueren Beobachtungen reichen, ein monosymmetrisches Krystallsystem erkennen und ihre Zwillingsbildung führt zur Annahme eines Axensystemes, welches dadurch ausgezeichnet ist, dass die beiden in der Symmetrieebene liegenden Axen mit einander fast genau 90° einschliessen. Die letztere Eigenthümlichkeit ist die Ursache, dass den Glimmern bald ein prismatisches, bald ein rhomboëdrisches Krystallsystem zugeschrieben wurde. Man ging eben, wie dies auch jetzt noch häufig geschieht, von den Winkelmessungen aus und suchte daraus die Form zu erklären, anstatt von dem Bau der Krystalle, welcher sich durch die Existenz und die Lage der Flächen kundgibt, auszugehen und daraus die Grösse der Winkel zu erklären. Die Winkel sind aber nur annähernd bestimmbar und wir vermögen nicht durch Messung zu bestimmen, ob ein Winkel genau gleich 90° sei. Wir schliessen dies nur aus der symmetrischen Lage der vorhandenen Flächen.

In der folgenden Aufzählung der physikalischen Beobachtungen lasse ich die Biotite und von diesen den Meroxen vorangehen, weil die Erscheinungen an dem Glimmer vom Vesuv geeignet sind, für die Auffassung der Formen bei den übrigen Glimmern zur Grundlage zu dienen.

Meroxen.

Unter dieser Bezeichnung fasse ich einstweilen alle am Vesuv auftretenden Magnesiaglimmer zusammen, wie dies schon von Haidinger geschehen, der jenen, zuerst von Breithaupt vorgeschlagenen Namen in diesem Sinne benutzte. Ausserdem stelle ich alle jene Magnesiaglimmer hieher, die dem Vesuvglimmer in physikalischer und chemischer Beziehung verwandt sind und nicht in die anderen Abtheilungen fallen. Ich bin wol überzeugt, dass auf solche Weise mehrere Gattungen vereinigt erscheinen, welche sich später werden unterscheiden lassen, ich wollte aber vorläufig keine Trennung vornehmen, so lange dieselbe nicht durch chemische Untersuchungen vollständig gerechtfertigt erscheint.

Die Glimmerkrystalle vom Vesuv zeigen, soweit meine Beobachtungen reichen, in ihrer Flächenbildung immer jene Symmetrie, welche dem monoklinen System entspricht, und da die übrigen physikalischen Eigenschaften hiermit übereinstimmen, so blieb mir in dieser Beziehung kein Zweifel übrig. Ich suchte vergeblich nach Krystallen, welche eine rhomboëdrische oder hexagonale Symmetrie erkennen liessen, obgleich manche Krystalle bei oberflächlicher Untersuchung jenen Eindruck hervorrufen.

An den meisten Krystallen sind ausser $c = 001$ die Formen $m = 111$, $o = 112$ und $b = 010$ vorwaltend entwickelt (Fig. 1 auf Taf. I). Diese Flächen sind oft glatt und glänzend, namentlich c, häufig aber erscheinen m und o parallel zur Kante mc gestreift. An einzelnen dunkelgrünen Krystallen konnte ich auf c eine sehr feine Streifung parallel zur Kante cb wahrnehmen, was mit der Symmetrie des monoklinen Systems übereinstimmt.

Für die frühere Auffassung der Krystallform war die Thatsache wichtig, dass öfters drei Flächen auftreten, welche zu c gleich geneigt sind. Es sind jene Flächen, welche weiter mit r,

z und z' bezeichnet werden (Fig. 2 u. 3). Die Zonen, welche durch jede dieser drei Flächen und die c-Fläche gelegt werden, weichen von einander um je 120° ab. Trotzdem sind jene drei Flächen einander nicht gleich, denn man bemerkt bei der Vergleichung einer grösseren Anzahl von Krystallen, dass die beiden z-Flächen in ihrem Auftreten an einander gebunden erscheinen, während r von ihnen unabhängig ist.

Man kann daher voraussagen, dass die Gleichheit der Neigung dieser drei Flächen gegen die c-Fläche nur für eine bestimmte Temperatur gelten werde und dass diese Gleichheit nicht für alle Varietäten des Meroxens bei derselben Temperatur stattfinde.

Die fast farblosen und die gelben Krystalle sind bald mehr säulen- bald auch tafelförmig. Sie zeigen in den Zonen der Randflächen gewöhnlich Streifung und vielfache Flächenwiederholungen (Fig. 2, 3, 4). Dazu kommt öfters eine einfache oder eine wiederholte Zwillingsbildung, welche sich nur durch gleichzeitige Messung und optische Beobachtung verfolgen lässt und von der noch später die Rede ist. Diese Krystalle sind ziemlich flächenreich, sie werden aber hierin von den braunen übertroffen, von welchen die hellbraunen denselben Typus wie die gelben tragen, während manche dunkelbraune als dicke rhombische Tafeln erscheinen (Fig. 5 u. 6). An diesen beobachtete ich mehrere Flächen, die bisher nicht beschrieben sind. Ich werde davon nur einige hervorheben, welche mir etwas sicherer bestimmt scheinen. Die dunkelgrünen Krystalle sind gewöhnlich flächenärmer und tragen öfter den langsäulenförmigen Typus (Fig. 7). Die schwarzen Krystalle haben dieselben Flächen und sind gewöhnlich tafelförmig. Ihre Kanten erscheinen öfters abgerundet und wie geflossen.

Die von mir beobachteten Flächen, welche genauer zu bestimmen waren, sind:

$c = 001$	$n = \bar{2}23$	$z = 132$
$k = 118$	$q = 114$	$i = 013$
$h = 225$	$s = 115$	$e = 023$
$o = 112$	$t = 116$	$y = 043$
$M = 221$	$r = 117$	$r = 101$
$m = 111$	$w = 119$	

Die Projection dieser Flächen gibt die Figur 8. Davon sind *M, n* und *y* nur an gelben Krystallen, *c, o, m, b* an allen, *z* und *r* an manchen, die übrigen Flächen an braunen Krystallen beobachtet. Im Folgenden ist eine Übersicht gegeben, in welcher unter *T* meine Messungen unter *R* die von G. vom Rath an einem sehr vollkommenen Krystall ausgeführten Messungen genannt sind. Drei derselben, die mit * bezeichnet erscheinen, sind zur Rechnung benützt. Ausserdem sind Millers Zahlen nach Messungen von Phillips unter *P* hinzugenommen. Bezüglich anderer Messungen ist zu bemerken, dass frühere Autoren in Folge der Auffassung des Krystallsystems als eines rhombischen oder rhomboëdrischen die Lage der Flächen meist nicht so genau angaben, als dass dieselbe in Bezug auf die monokline Symmetrie erkennbar wäre.

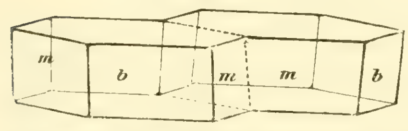
	Berechn.	*T*	*R*	*P*
cM = 001 : 221 =	85°38′	85°30′	—	—
co = 001 : 112 =	73 2	73 4	73° 2′	72°55′
ch = 001 : 225 =	69 7	69 2	—	—
ck = 001 : 118 =	39 18	39 18	—	—
wc = $\bar{1}19$: 001 =	36 2	36 0	—	—
vc = $\bar{1}17$: 001 =	43 6	43 1	—	43 1
tc = $\bar{1}16$: 001 =	47 30	47 30	—	—
sc = $\bar{1}15$: 001 =	52 38	52 20	—	—
qc = $\bar{1}14$: 001 =	58 36	58 39	—	58 32
nc = $\bar{2}23$: 001 =	77 6	77 15	—	—
mc = $\bar{1}11$: 001 =	81 19	81 17	81 21	81 20
cr = 001 : $\bar{1}01$ =	—	—	*80 0	—
cz = 001 : 132 =	—	—	*80 ½	—
ci = 001 : 013 =	47 32	47 24	—	—
ce = 001 : 023 =	65 24	65 33	—	—
cy = 001 : 043 =	77 7	77 3	—	—
bc = 010 : 001 =	90 0	90 0	—	90 0
be = 010 : 023 =	24 36	—	—	24 45
bm = 010 : 111 =	60 22	—	60 19	60 23
mm = $\bar{1}11$: 111 =	59 16	59 13	59 15	59 14
bz = 010 : 132 =	31 28	—	31 28	31 30
zo = 132 : 112 =	29 57	—	29 57	—
oo = 112 : 112 =	—	—	*57 10	—
bo = 010 : 112 =	61 25	—	—	61 27

Neben den einfachen Krystallen kommen, wie bekannt, auch Zwillinge vor, deren Form in Fig. 9 wiedergegeben ist. G. vom Rath veröffentlichte eine Beschreibung derselben[1], doch mit einer ungewöhnlichen Deutung, weil er das Krystallsystem für rhomboëdrisch hielt.

Nach der zuvor angeführten Bezeichnung erklären sich die Zwillinge durch das bekannte Gesetz, nach welchem 110 die Zwillingsebene ist, die beiden Individuen sich jedoch übereinanderschieben, so dass sie sich in einer Ebene berühren, welche fast genau parallel zu *c* ist. Im Falle, als die beiden Individuen sich an der Zwillingsebene berührten, würden zwei Fälle zu unterscheiden sein. Die gewählte Aufstellung vorausgesetzt, kann das zweite Individuum sich an die vordere rechts liegende Prismenfläche 110 des ersten anlagern und man erhielte den in der ersten der beistehenden Figuren dargestellten Zwilling. Derselbe mag als rechter Zwilling bezeichnet werden. Die Anlagerung kann aber auch an die linke Fläche 110 erfolgen, dann hätte man einen linken Zwilling, entsprechend der zweiten Figur.

Fig. *a.*

Fig. *b.*



Da nun das Fortwachsen der Zwillinge seltener von den Zwillingsflächen aus, d. i. in horizontaler Richtung erfolgt, häufig aber von der Fläche *c* aus, so erscheinen die beiden Individuen übereinander gelagert wie in Fig. 9 auf Taf. I und man kann die genannten beiden Fälle nunmehr in folgender Weise unterscheiden: Nimmt man einen Zwilling zur Hand und beobachtet die Aufeinanderfolge der Randflächen welche in ein- und ausspringenden Winkeln zusammenstossen, so hat man nach der folgenden schematischen Bezeichnung, in

---

[1] Pogg. Ann. Bd. 158, pag. 420. Ich erwähnte in den mineralog. Mittheilungen 1876, pag. 187, dass die Zwillingsebene 311 sei, wofern $m = \bar{1}11$ und $o = 111$. Ich habe mich seither durch Vergleichung der Beobachtungen an vielen Krystallen überzeugt, dass nur durch die Annahme $o = 112$ eine einfache Auffassung der Formen ermöglicht sei, wonach die Zwillingsebene das Zeichen 110 erhält.

welcher die einspringenden Winkel durch einen horizontalen Strich angedeutet sind, für einen rechten Zwilling:

$$\begin{array}{cccccc} b & m & m & b & m & m \\ m & m & b & \overline{m} & m & b \end{array},$$

hingegen für einen linken Zwilling die Folge:

$$\begin{array}{cccccc} m & m & b & m & m & b \\ b & m & m & \overline{b} & m & m \end{array}.$$

Der in Fig. 9 *a.* abgebildete Zwilling würde nach dieser Nomenclatur ein rechter, Fig. 9 *b.* ein linker genannt werden.

Unter den Vesuvglimmern kommen beide Arten von Zwillingen vor.

Die Winkel der Normalen an den einspringenden Winkeln fand ich an einem Exemplar von schwarzer Farbe, welches ich der Freundlichkeit des Herrn G. Seligmann in Coblenz verdanke

$$m : \underline{m} = 17^\circ 25' \text{ und } m : \underline{b} = 8^\circ 41',$$

während die Rechnung 17° 21 und 8° 41′ ergibt.

Ausser diesen einfach gestalteten Zwillingen finden sich öfter Krystalle, die eine oder mehrere dünne Zwillingslamellen eingeschaltet zeigen. Man erkennt die Gegenwart derselben theils aus der Neigung der Randflächen gegen c, indem in der Prismenzone dünne Schichten mit b erscheinen, theils aber auch daran, dass nicht alle Flächen der eingeschalteten Lamellen mit den benachbarten Flächen genau in derselben Zone liegen.

Wenn man für die einfachen Krystalle aus den Messungen v. Rath's den Winkel des aufrechten Prismas berechnet, so erhält man

$$110 : 1\overline{1}0 = 60^\circ\ 1'\ 48''$$

und für die Neigung *ac*

$$001 : 100 = 90^\circ\ 0'\ 10''.$$

Das Krystallsystem des Meroxens hat also das Eigenthümliche, dass es in Bezug auf die Kantenwinkel sowohl dem rhomboëdrischen als auch dem rhombischen sehr nahe steht, so zwar, dass das Krystallsystem durch Winkelmessungen kaum oder gar nicht bestimmt werden kann.

Da frühere Beobachter das Krystallsystem für ein rhombisches, spätere für ein rhomboëdrisches hielten, so wurde die Lage der beobachteten Flächen nicht genauer angegeben. Man ist daher gegenwärtig nicht im Stande zu ermitteln, ob die beschriebene Fläche in einer der Prismenzonen 001 : 111 und 001 : $\bar{1}$11 oder in der Zone 001 : 010 liegt, ebenso wenig lässt sich bestimmen, ob sie oben oder unten wahrgenommen wurde, ob sie also einer positiven oder einer negativen Hemipyramide entspricht. Unter den Vesuvglimmern finden sich aber, wie gesagt, häufig complicirte Zwillinge, an welchen die Flächen der einen Zone in die zweite und in die dritte der genannten Zonen übertragen erscheinen, und die Flächen der vorderen Hemipyramiden auch rückwärts auftreten. Solche Zwillinge ahmen die rhomboëdrische Symmetrie vollständig nach, besonders auffallend aber dann, sobald die Flächen *r* und *z* auftreten, welche gegen *c* gleich geneigt, in der Zwillingsstellung zusammenfallen und ein Rhomboëder nachahmen. Ein solcher Zwilling lässt sich kaum entwirren und es ist gar nicht zu wundern, dass manche Beobachter, die nicht in der Lage waren, optische Versuche anzustellen, solche Zwillinge für einfache Krystalle hielten und eine rhomboëdrische Symmetrie annahmen. Die Krystallbilder, welche Hessenberg gab, scheinen zum Theil solche complicirte Zwillinge darzustellen.

Unter diesen Umständen lassen sich die früheren Messungen nicht mehr durchwegs auf die hier zu Grunde gelegte monokline Form beziehen, vielmehr lässt sich in manchen Fällen nur vermuthungsweise angeben, welcher Fläche dieser oder jener Winkel entspricht.

In der folgenden Aufzählung sind die bereits von Hessenberg zusammengestellten Messungen in der Weise angeführt, dass zuerst die Winkel angegeben werden, welche für die Neigung von *c* zu jeder der einzelnen Flächen gefunden wurden, sodann die berechneten Winkel, hierauf die frühere Bezeichnung der Fläche nach der rhomboëdrischen und der rhombischen Auffassung, endlich die Deutung auf das monokline System in der früher bezeichneten Aufstellung:

P. Phillips, Mi. Miller, M. Marignac, K. Kokscharoff, H. Hessenberg.

85° 30′	P	85° 38′	$\frac{8}{3}P2$	$8\breve{P}\infty$	221	= *M*
84 23	M	84 12	$2P2$	$3P$	332	
84 7	H					
83 2	P	83 3	$\frac{5}{3}P2$	$\frac{5}{2}P$	554	
78 42	H	78 30	$P2$	$\frac{3}{2}P$	334	
72 55	P	73 2	$\frac{2}{3}P2$	P	112	= *o*
73 7	K					
72 58	H					
44 44	P	44 48	$\frac{4}{21}P2$	$\frac{2}{7}P$	2, 2, 13	
58 15	P	58 36	$\frac{1}{3}P2$	$\frac{1}{2}P$	114	= *q*
58 37	H					
77 32	H	77 7	$P2$	$\frac{3}{2}P$	$\bar{2}23$	= *n*
81 20	P	81 19	$\frac{4}{3}P2$	$2P$	111	= *m*
81 37	M					
81 22	K					
81 22	H					
90 angen.		89 59 51″	$\infty P2$	∞P	110	
65 30	P	65 24	$\frac{4}{9}P2$	$\frac{4}{3}\breve{P}\infty$	023	= *e*
65 21	H					
72 55	P	73 2	$\frac{2}{3}P2$	$2\breve{P}\infty$	011	[1]
73 6	K					
72 58	H					
81 22	H	81 20	$\frac{4}{3}P2$	$4\breve{P}\infty$	021	[1]
87 5	P	87 5	$4P2$	$12\breve{P}\infty$	061	
87 28	H					

[1] Diese beiden Flächen sind vielleicht identisch mit *o* und *m*.

90° 0′	*P*	90° 0′	$\infty P2$	$\infty \breve{P} \infty$	010 = *b*
90 6	*H*				
79 40	*P*	80 0	*R*	$2 \bar{P} \infty$	101 = *r*
80 20	*M*	80 ½	„	$3 \breve{P} 3$	132 = *z*
80 0	*H*				
70	*Mi*	70 35	$-\frac{1}{2}R$	$\bar{P} \infty$	102

Eine Erscheinung, welche sowohl bei diesem als auch bei vielen anderen Glimmern häufig auftritt, ist die ungleiche Ausbildung der beiden gleichen Prismenzonen, wovon Fig. 6 ein Beispiel geben soll. Sehr oft ist die eine Zone sehr arm, die andere viel reicher an Flächen, so dass zuweilen ein unsymmetrischer Krystall beobachtet wird. Eine andere Erscheinung, welche ich mehrfach, namentlich an braunen Krystallen beobachtete, ist das Auftreten vicinaler Flächen sowohl in den Prismenzonen als auch in der Zone *cb*.

Ein Beispiel hiefür ist der in Fig. 10 abgebildete Krystall, an welchem $c = 00\bar{1}$, $o = 112$, $e = 02\bar{3}$, ausserdem ist eine Fläche $n = 22\bar{3}$ und sind anstatt der Flächen *m* und *m′* die Flächen ν, μ, μ' und ψ vorhanden, ebenso treten statt *b* zwei vicinale Flächen auf. Mehrere dieser Flächen liessen eine ziemlich genaue Messung zu, so dass folgende Winkel bestimmt werden konnten:

$c\mu' = 81° 19'$		$c'o' = 73° 21'$
$c\mu = 81\ 59$		$c'o = 73\ 24$
$cn = 77\ 15$ (ber. 77°6′)		$\mu'\psi = 1\ 40$
$c\nu = 82\ 30$		$\nu\mu' = 57\ 31$
$ce = 66$ *ca*		$\mu\nu = 4\ 31$

Die Flächen ν, μ und μ' liegen fast genau in derselben Zone, aus den Messungen ergibt sich aber, dass diese nicht die Zone *m m′* sei. Solche vicinale Flächen, wie die hier mit griechischen Buchstaben bezeichneten, zeigen sich auch sehr häufig an den Zwillingskrystallen, deren Messung dadurch oft illusorisch wird.

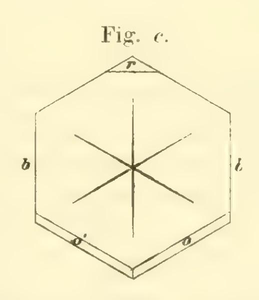
Scacchi hat in seinen Arbeiten über die Polyëdrie der Krystalle auf mehrere solche Beispiele aufmerksam gemacht und gezeigt, dass diese Erscheinung nicht als eine Unvollkommenheit

der Krystalle anzusehen, sondern als die Folge einer Art von Dimorphismus aufzufassen sei.

Durch Vorherrschen einzelner der beobachteten vicinalen Flächen würden die Krystalle des Meroxens einen triklinen Character erhalten. In der That kommen Krystalle vor, an welchen solche Flächen in mehrfacher Wiederholung vorzugsweise auftreten und nur schmale Streifen der Fläche *b*, welche die Messung von *cb* = 90° erlauben, den monoklinen Character aufrecht erhalten.

Durch die schönen Arbeiten von Reusch, über die Cohäsionsverhältnisse der Glimmer, welche durch M. Bauer ihre Fortsetzung erfuhren, ist es bekannt, dass die Glimmer ausser der höchst vollkommenen Spaltbarkeit parallel *c* auch Trennungen nach anderen Flächen zeigen, wofern der Eingriff senkrecht auf *c* mittels einer scharfen oder mit einer stumpfen Spitze ausgeführt wird. Beim plötzlichen Eintreiben einer scharfen Nadelspitze gibt ein Blättchen von Meroxen eine Schlagfigur, deren eine Linie parallel der Kante *cb*, während zwei andere Linien parallel den Kanten *cm* und *cm'* liegen. Da diese Figur von Trennungsflächen herrührt, so lag es nahe, die krystallographische Orientirung dreier Flächen zu bestimmen. Ich versuchte daher mittels des Reflexionsgoniometers an Blättchen, in denen Schlagfiguren erzeugt waren, die Neigung von *c* gegen die entstandenen Trennungsflächen, nachdem selbe blossgelegt waren, beiläufig zu bestimmen. Diese Neigung ergab sich für die Schlaglinie, welche der Kante *cb* parallel ist, zu 90°, woraus folgt, dass die entsprechende Trennungsfläche der Symmetrieebene parallel ist.

Fig. *c*.



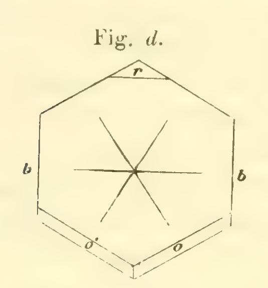
In den beiden anderen Strahlen zeigten sich aber mehrfache Reflexe in derselben Zone. Hier werden also Trennungen nach mehreren Pyramidenflächen hervorgerufen.

Da die Versuche an Krystallen ausgeführt wurden, gelang die Orientirung mit Sicherheit. In der Zone von *c* über *m* nach der Gegenfläche *c'* wurde ein schwacher Reflex unter 72°, ein sehr vollkommener unter 81°, ein sehr schwacher unter 99° und

ein ziemlich vollkommener unter 123° beobachtet. Daraus, und wegen gleichzeitiger Spiegelung der Krystallfläche ergibt sich, dass die Richtung $\bar{1}11 = m$ der vollkommensten Trennung entspricht, während die übrigen Winkel darauf deuten, dass auch noch parallel den Ebenen $\bar{1}12$, 111 und 114, die den Winkeln 73° 1′, 98° 41 und 121° 24′ entsprechen und welche als Krystallflächen nicht beobachtet wurden, Trennungen entstehen.

Bei dem plötzlichen Drucke mit einem abgerundeten Stifte geben Blättchen von Meroxen, die auf elastischer Unterlage ruhen, Knickungen, deren Linien auf den Schlaglinien fast genau senkrecht stehen, indem sie den Kanten *cr*, *cz* und *cz′* parallel sind. Es war nicht thunlich, über die Lage der so entstehenden Trennungsflächen ins Klare zu kommen, weil sich wegen der unvermeidlichen Biegung der Blättchen und der Faserung jener Trennungen kein Winkel genauer bestimmen liess. Nur für die in der Zone *cr* liegende Trennung liess sich aus den beiläufigen Winkeln von 55° und 66° mit einiger Wahrscheinlichkeit der Schluss ziehen, dass eine Trennung nach $\sigma = \bar{1}04$ und $\rho = \bar{2}05$, welche Ebenen die Neigungen von 54° 48′ und 66° 14′ gegen *c* haben.

Fig. *d*.



Bauer hat die Beobachtung gemacht, dass an vielen grossblätterigen Glimmern, welche verschiedenen Gattungen angehören, natürliche Absonderungen auftreten, welche in denselben Zonen liegen wie die bei der Knickung erhaltenen Linien. An dem Vesuvglimmer kommen derlei Absonderungen selten vor. Die Blätter sind meist klein und haben selten einen ungleichförmigen Druck erfahren. Immerhin wurden von mir zuweilen Trennungen beobachtet, welche Flächen der Zone *cr* angehören. An Glimmern anderer Fundorte, die zur Abtheilung Meroxen zu stellen sind, finden sich derlei Absonderungen häufiger. An dem schwarzen Glimmer von Tschebarkul in Sibirien, welcher noch ferner besprochen werden wird, zeigen sich dieselben nach allen drei Zonen, welche den Knickungslinien entsprechen, ausserdem machen sich Sprünge bemerklich, welche den Schlaglinien entsprechen. An einem schwarzen Glimmer

von Miask beobachtete ich ebenfalls Trennungsflächen nach den Zonen der Knickung und konnte in der Zone *cr* eine scharf ausgesprochene Fläche bestimmen, welche mit *c* den Winkel von 55° einschloss und hiernach sowie nach ihrer Orientirung die Lage von $\sigma = \bar{1}04$ besitzt. Es findet sich aber in derselben Zone noch eine andere Gleitfläche ς, welche gegen *c* fast dieselbe Neigung aber im entgegengesetzten Sinne hat. Ich fand dieselbe ungefähr = 57°. Diese Gleitfläche, welche glatter als die vorige, aber mehr gekrümmt erscheint, entspräche beiläufig der Lage 104, für welche sich $= c : \varsigma = 54° 49'$ berechnet.

Was die Ätzfiguren des Meroxens betrifft, hat W. Baumhauer an Blättchen vom Vesuv gefunden, dass regelmässig sechsseitige Vertiefungen entstehen. Da schon die Messung der Krystalle nicht ausreicht, das Krystallsystem zu bestimmen, so dürfte auch aus der hexagonalen Form der Ätzfiguren ein Schluss auf dasselbe nicht zu ziehen sein, wohl aber scheint darin eine Bestätigung zu liegen, dass der Bau der Meroxenkrystalle jenem Axensysteme entspricht, welches zuvor adoptirt wurde.

In Bezug auf die optischen Verhältnisse des Meroxens waren früher nur die Axenwinkel gemessen worden. Die erste genauere Beobachtung über die Orientirung der Hauptschnitte wurde von Hintze veröffentlicht,[1] welcher an jenem schönen Krystall, dessen früher angeführte Winkel von G. vom Rath bestimmt worden waren, die Abweichungen zwischen der Normale zu *c* und den beiden Axen als ungleich erkannte.

Ich habe gleichfalls mehrere solche Bestimmungen ausgeführt. In der Anführung derselben bezeichnet *A* stets jene optische Axe, welche zwischen *c* und $a = 100$ liegt, also in der Fig. 1, Taf. I, oben nach vorne geneigt ist, während *B* die zwischen *c* und *r* = 101 liegende optische Axe bedeutet.

Fig. e.

An einem gelben Krystall vom Vesuv, welchen ich von S. H. dem Herzoge von Leuchtenberg zur Unter-

[1] Pogg. Ann., Bd. 155, pag. 66.

suchung erhielt und welcher die Flächen *c*, *b*, *m*, *o* zeigte, fand ich

	Rothes Glas	Na-Flamme
Ac =	2° 36′	2° 40′
Bc =	3 40	3 44
AB =	6° 16′	6° 24′

Die halbe Differenz der beobachteten Winkel nämlich $^1/_2(Ac-Bc)$ gibt die scheinbare Abweichung von *c* und der mit $\mathfrak{a}$ zu bezeichnenden Mittellinie. Diese Grösse ist

	Rothes Glas	Na-Flamme
$^1/_2(Ac-Bc)$ =	−32′	−32′

Sonach ist die Mittellinie $\mathfrak{a}$ im Krystall oben nach rückwärts geneigt. Ein brauner flächenreicher Krystall vom rhombischen Umriss, welcher ausser *c*, *m*, *o*, *b* noch die mit *h*, *k*, *s*, *t*, *v*, *w*, bezeichneten Flächen trug, ergab

	Rothes Glas	Na-Flamme	Tl-Flamme
Ac =	4° 42′	4° 48′	5° 24′
Bc =	3 17	3 22	4 0
AB =	7° 59′	8° 10′	9° 24′
H. Diff. =	43′	43′	42′

Hier ist die Mittellinie $\mathfrak{a}$ oben nach vorne geneigt.

Ein tiefbrauner, in etwas dickeren Blättchen schwarzer Glimmer vom Vesuv, der Krystalle bildete, wovon blos *c*, *b*, *m*, *o* ausgebildet waren, gab

	Na-Flamme	Grünes Glas
Ac =	4° 3′	4° 12
Bc =	3 48	4 6
AB =	7° 51′	8° 18′
H. Diff. =	7′	3′

Von den blassgefärbten Krystallen, die am Vesuv gefunden werden, konnte ich nicht so viele derselben Art sammeln, dass eine chemische Analyse hätte ausgeführt werden können. Von dem eben erwähnten dunklen Meroxen hingegen war an derselben

Stufe hinreichendes Material für eine Untersuchung vorhanden, welche Herr Dr. Berwerth übernahm, und welche im Folgenden mit IX bezeichnet ist.

An einem grösseren dunkelgrünen Krystalle, welcher die Flächen *c b m o* trug und eine langsäulenförmige Gestalt besass, wurden ermittelt:

	Rothes Glas	Na-Flamme	Tl-Flamme
Ac =	5° 40′	5° 57′	6° 9′
Bc =	6 42	6 51	7 9
AB =	12° 22′	12° 48′	13° 18′
H. Diff. =	−31′	−27′	−30′

Die Mittellinie *a* ist sonach oben nach rückwärts geneigt. Die angeführten Messungen zeigen, dass die Lage dieser Mittellinie in den verschiedenen Abänderungen des Meroxens variirt, so zwar, dass dieselbe manchmal vor der Normale, öfters aber hinter derselben geneigt ist oder mit derselben fast zusammenfällt.

Die optischen Axen bleiben immer in der Symmetrieebene, der Axenwinkel variirt aber bedeutend.

Bei Morawitza im Banat wurde in den letzten Jahren in dem Magnetit ein olivengrüner Meroxen gefunden, welcher einen Aufbau aus vielen sehr dünnen Schichten zeigt, von welchen die einen lichtgrün, die andern dunkelgrün erscheinen, so dass jedes Blättchen viele concentrische Sechsecke zeigt. Der Glimmer gab an verschiedenen Blättchen und an verschiedenen Stellen desselben Krystalls verschiedene Axenwinkel, indem die hellen Schichten fast einaxig, die dunklen zweiaxig sind. Bei Anwendung von rothem Lichte erhielt ich demnach Werthe zwischen 0° und 4°. Die Analyse dieses Minerals, welche von Herrn Professor J. Rumpf ausgeführt wurde, ist mit VIII bezeichnet.

Ein tiefbrauner Meroxen vom Vesuv, deren Krystalle nur *c*, *b*, *m* erkennen liessen, gab

	Rothes Glas	Na-Flamme
Ac =	4° 30′	4° 58′
Bc =	4 51	5 15
AB =	9° 21′	10° 23′
H. Diff. =	—10′	—9′

Andere Krystalle, welche noch viel dunkler waren, so dass nur dünne Blättchen etwas Licht hindurchliessen, ergab für Na-Flamme

$$AB = 37° 30'$$

Der schwarze Meroxen von Tschebarkul in Sibirien, der auch nur in dünnen Schichten braunes Licht hindurchlässt, ergab:

AB = 20° für Gelb.

Die Analyse dieses Glimmers, welche weiterhin mit VII bezeichnet ist, hat Herr A. Zellner ausgeführt.

Ein ebenfalls schwarzer, in sehr dünnen Blättchen brauner Meroxen aus dem Tuff des Albanergebirges, welcher die Flächen c, m, o, e, q darbot, ergab den grössten Axenwinkel unter allen von mir untersuchten Meroxenen.

AB = 56° für Gelb.

Da der Meroxen meistens eine isomorphe Mischung nicht bloss zweier, sondern mehrerer Substanzen darstellt, so wird der Zusammenhang zwischen dem Axenwinkel und der percentischen Mischung nicht leicht erkennbar sein. Es lässt sich jedoch jetzt schon sagen, dass bei dem eigentlichen Meroxen der negative Axenwinkel sich mit Zunahme des Eisenoxydulgehaltes vergrössert, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	VIII Morawitza	IX Vesuv	VII Tschebarkul
Fluor	Spuren	0·89	Spuren
Kieselsäure	40·16	39·30	38·49
Thonerde	15·79	16·93	14·43
Eisenoxyd	2·53	0·48	5·44
Eisenoxydul	4·12	7·86	14·75
Manganoxydul	—	0·22	—
Magnesia	26·15	21·89	16·34
Kalk	Spuren	0·82	—
Kali	7·64	7·64	8·12
Natron	0·37	0·49	0·53
Wasser	3·58	4·02	0·89
	100·34	100·54	99·00
s =	2·75	2·86	3·00
AB =	0° bis 4°	7°51′	20°

Der Dichroismus der Meroxene ist, wie bekannt, ein sehr auffallender. An kleinen Krystallen vom Vesuv lässt sich derselbe leicht erkennen. Während das Licht, welches zur Spaltungsfläche senkrecht hindurchgeht, von gelber, grüner oder brauner Farbe erscheint, ist jenes, das in einer zu *c* parallelen Richtung sich fortpflanzt, meist heller und zwar gelb, roth oder rothbraun gefärbt.

Die Krystalle vom Vesuv geben bei Anwendung des Dichroskops meist keine auffallend verschiedenen Bilder, wofern das Licht senkrecht zur Spaltfläche *c* hindurchgeht. Man kann nur sagen, dass der Farbenton, welcher Schwingungen parallel 𝔠 entspricht, immer mehr ins Rothe fällt als der 𝔟 entsprechende. So verhalten sich auch die anderen Meroxene mit kleinem Axenwinkel wie der von Morawitza. Die Meroxene mit grösserem Axenwinkel geben stärker verschiedene Farben, wie der vom Albaner Gebirge, welcher für 𝔠 Kirschroth, für 𝔟 ein helleres Gelbbraun liefert, also 𝔠 > 𝔟.

Untersucht man die Krystalle vom Vesuv in den Richtungen parallel zur Fläche *c*, so erhält man bei allen, die überhaupt eine deutliche Farbe zeigen, zwei sehr stark verschiedene Bilder, indem das eine hellgelb, grün oder hellroth, das andere aber tiefbraun

bis schwarz erscheint. Der helle Ton entspricht gewöhnlich a, es kommen aber, wiewohl selten, solche Krystalle vor, bei denen a die dunklere Farbe hat. Dies deutet ebenso wie die Verschiedenheit in der Lage der Axe a, sowie in der Dispersion auf specifische Unterschiede bei den Vesuvglimmern.

Im höchsten Grade auffallend ist der Dichroismus in allen schwarzen Glimmern, wofern Schnitte vorliegen, die nicht zu *c* parallel sind. Dieser von starker Absorption begleitete Dichroismus ist von mir schon bei einer anderen Gelegenheit als brauchbares Kennzeichen für die Biotite in Gesteinsdünnschliffen empfohlen worden [1].

Wenn alle an dem krystallisirten Meroxen erhaltenen Resultate vereinigt werden, so erkennt man, dass die meisten in ihren Cohäsionserscheinungen, sowie bezüglich des optischen Verhaltens als monokline Krystalle charakterisirt sind, und nur wenige, die einen verschwindend kleinen Axenwinkel zeigen, für optisch einaxig, also rhomboëdrisch gehalten werden könnten. Die Krystallform ist aber bei allen von mir untersuchten vermöge der Symmetrieverhältnisse eine monokline, so dass ich nach meinen Wahrnehmungen keine Ausnahme zugeben kann. Sollten solche Biotite gefunden werden, die sich optisch einaxig erweisen und auch in ihrer Form die rhomboëdrische Symmetrie darbieten, so würde eine vom Meroxen verschiedene Gattung aufzustellen sein.

Die in den Gesteinen enthaltenen schwarzen Glimmer gehören theils zum Meroxen, theils zur folgenden Gattung, dem Lepidomelan, theils aber zu anderen Gattungen, die sich nach den bisherigen Untersuchungen noch nicht charakterisiren lassen. Da in dem Meroxen der Axenwinkel mit dem Eisengehalte sich zu vergrössern scheint, so dürften die schwarzen Biotite mit verschwindend kleinem Axenwinkel nicht hieher gehören.

Lepidomelan.

Die Krystallform der hieher gehörigen Glimmer ist noch nicht bestimmt, da wohlgebildete Individuen bisher nicht beobachtet wurden. Da indess ein Übergang von dem dunkelfarbigen

[1] Diese Berichte, LIX. Abth. I, pag. 5.

eisenhaltigen Biotit zum Lepidomelan zu bestehen scheint, so darf man als wahrscheinlich annehmen, dass der letztere mit dem Meroxen isomorph sei. An den kleinen Schuppen, welche der Lepidomelan von Persberg darstellt, lässt sich das optische Verhalten nur schwer erkennen, doch erlaubte eine Probe, welche ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Websky verdanke, die Bestimmung der Orientirung mittels der Schlaglinien. Demnach ist der Lepidomelan nach dem Ausdrucke, welchen Reusch eingeführt hat, ein Glimmer zweiter Art, die Axenebene ist ebenso orientirt wie beim Meroxen, nämlich parallel der Symmetrieebene. Der Axenwinkel betrug an meinen Blättchen ungefähr 4—8°.

Anomit.

Jene Magnesiaglimmer, welche optisch dadurch ausgezeichnet sind, dass die Axenebene zur Ebene der Symmetrie senkrecht gestellt ist, welche demnach zu den Glimmern erster Art gehören, sind auch in chemischer Beziehung von den vorigen unterschieden, daher sie eine besondere Gattung bilden. Ich führe dieselbe unter dem obigen Namen auf, da sich diese, Abtheilung scheinbar gesetzwidrig benimmt (ἀνομέω).

Der hieher gehörige Glimmer vom Baikalsee, welcher mit Diopsid im grosskörnigen Calcit vorkommt und schon von Seebeck, Poggendorff, H. Rose und v. Kokscharow untersucht wurde, bildet ziemlich grosse braune Krystalle welche gewöhnlich die Flächen *c*, *m*, *o*, *b*, ausserdem aber auch die Fläche *q* tragen. An besser ausgebildeten Krystallen liessen sich einige Winkel durch Reflexion bestimmen:

	Anomit. Baikal	Biotit
c : *m* =	81° 18′	81° 19′
c : *o* =	73 23	73 2
c : *q* =	58 *ca.*	58 36

Daraus geht die grosse Ähnlichkeit der Form mit jener des Meroxens hervor. An manchen Krystallen lassen sich die beim Meroxen erwähnten, durch Knickung entstandenen Gleitflächen, welche in den Zonen *cr* und *cz* liegen, erkennen.

Die Krystalle sind oft aus Schichten verschiedener Färbung zusammengesetzt, welche verschiedene Axenwinkel ergeben. An einem klaren Exemplar bestimmte ich *AB* für

	Rothes Glas	Grünes Glas
den lichten Kern	16° 0′	15° 42′
für die dunkle Randschichte	12 44	12 20

An zwei anderen Exemplaren erhielt ich *AB* = 14° 12′ für Roth. Es kommen auch Exemplare mit kleinerem Axenwinkel als 12° vor.

Die ersteren Beobachtungen zeigen, dass der Axenwinkel mit der Sättigung der Farbe, also mit Zunahme des Eisengehaltes abnimmt.

Die Wiederholung der chemischen Analyse wurde von Herrn John ausgeführt. Das Resultat ist mit V bezeichnet.

Ein anderer, hieher gehöriger Glimmer ist der bei Greenwood fournace, Monroe in schönen grünen Stücken vorkommende Anomit, welcher von Blake, Kenngott, v. Kobell, Descloizeaux untersucht wurde. An den Stücken des Hof-Mineraliencabinets erkennt man keine Krystallflächen, dagegen sind die Stücke, ausser von der Spaltfläche *c* sämmtlich von Gleitflächen eingeschlossen, wie dies zuerst M. Bauer erkannte.

Fig. 11 auf Taf. II gibt die Form eines der Stücke wieder, welches die Spaltflächen *c* und die Gleitflächen ρ, ζ und ζ' trägt. Es ist nicht zu wundern, dass diese regelmässig begrenzten Tafeln von Kenngott[1] und Anderen für Krystalle gehalten wurden, ja dass man in diesem Vorkommen eine Bestätigung jener Ansicht zu finden glaubte, welche für die Magnesiaglimmer ein rhomboëdrisches System annahm. Die Gleitflächen sind nämlich gegen *c* gleich geneigt und dabei so gross und oft so glatt, dass sie leicht für Krystallflächen gehalten werden können, doch zeigt die faserige Beschaffenheit mancher derselben ihre Natur deutlich an.

Die krystallographische Orientirung ist ermöglicht durch die Annahme, dass die Schlaglinien, sowie die Gleitflächen dieselbe Lage haben wie beim Meroxen, welche Annahmen zufolge

---

[1] Diese Berichte. XI, pag. 615. ff.

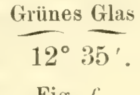
der Isomorphie beider Minerale grosse Wahrscheinlichkeit besitzt. Demnach liegt die Gleitfläche ρ in der Zone *cr*, während ζ und ζ' in den Zonen *cz* und *cz'* liegen. Die Bezeichnung ist dieselbe wie beim Meroxen. Die Neigungen zu *c* sind wegen der häufigen Krümmung der Gleitflächen nicht genau bestimmbar, ich erhielt mit dem Anlegegoniometer für die besten Stücke $c\rho = 66°$, ebenso $c\zeta = 66°$ und $c\zeta' = 66°$.

Daraus ist zu schliessen, dass ρ dieselbe Lage habe wie beim Meroxen, also $\rho = \bar{2}05$ und dass $\zeta = 135$, da die Rechnung aus den Winkeln des Meroxens $c\rho = 66°\ 14$ und $c\zeta = 66°\ 13$ ergibt. An einem Exemplar fand ich ausser diesen Gleitflächen auch die schon beim Meroxen von Miask beobachtete Gleitfläche ς, aber nur untergeordnet ($c\varsigma$ beobachtet 55°, berechnet 54° 49).

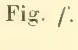
Ausser diesen Trennungen finden sich auch Absonderungen im Sinne der Schlaglinien wie in den Figuren 11 und 12 zu sehen ist. Zuweilen bilden die letzteren Trennungen auch etwas grössere Flächen, deren Neigung zu *c* bestimmt werden konnte und zwar wurden die Winkel $cb = 90°$, $cm = 80$ und $cq = 58\frac{1}{2}°$ gemessen, während die Rechnung 90°, 81° 19′ und 58° 36′ gibt. So zeigt sich auch hierin Übereinstimmung mit dem Meroxen.

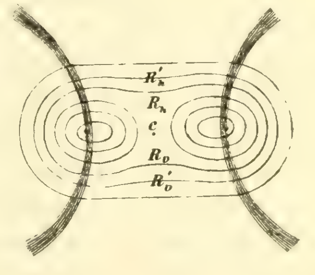
Die meisten Stücke zeigen eine merkliche Krümmung der Spaltfläche *c*, so dass eine für optische Bestimmungen geeignete Platte schwerer zu erhalten ist, doch gelang es mir, eine solche zu spalten, welche die Bestimmung des scheinbaren Axenwinkels erlaubte:

	Rothes Glas	Na-Flamme	Grünes Glas
AB =	12° 55′	12° 40′	12° 35′.



Da der Anomit als dem Biotit isomorph auch dem monoklinen System zugerechnet werden müsste, schien es wichtig, die Abweichung der Mittellinie $\mathfrak{a}$ von der Normale auf *c* beiläufig zu kennen. Dazu wurde das am meisten ebene Blättchen gewählt und wurden nach gehöriger Einstellung im Axenwinkelapparate jene Winkel bestimmt, welche der Abweichung der


Fig. /.



beiden ersten und zweiten Ringe von der Normale auf c entsprechen. Die Messungen auf beiden Seiten des Blättchens stimmten gut überein. Die Abweichungen waren bei Anwendung von Natrium licht:

$$R_v : c = 22° \ 1' \qquad R'_v : c = 32° \ 27'$$
$$R_h : c = 23 \ 24 \qquad R'_h : c = 34 \ 5$$
$$\text{Halbe Diff.}: \ — \ 42' \qquad — \ 49'$$

An einem anderen Exemplar wurden bestimmt:

$$R_v = 12° \ 18'$$
$$R_h = 13 \ 27$$
$$\text{Halbe Diff.}: \ — \ 35'$$

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Mittellinie $\mathfrak{a}$ oben nach rückwärts, also gegen r zu, geneigt sei.

In Bezug auf den Pleochroismus verhalten sich diese Glimmer wie der Meroxen.

Die Wiederholung der chemischen Analyse dieses Glimmers wurde von Herrn P. v. Hamm unternommen. Das Ergebniss ist mit VI bezeichnet.

Die Anomite scheinen selten vorzukommen, da mir ausser den beiden hier besprochenen Glimmern keiner mehr in die Hand gelangte, welcher zu dieser Abtheilung zu stellen wäre.

Phlogopit.

Die Glimmer dieser Abtheilung sind dem Meroxen verwandt und es dürften sogar Übergänge zwischen beiden existiren. Ein Theil der Vesuvglimmer ist vielleicht hieherzurechnen, da ein Fluorgehalt, welcher für den Phlogopit characteristisch ist, in manchen Vesuvglimmern beobachtet wurde. Die Krystallform der Phlogopite genauer zu bestimmen, gelang wohl nicht, weil die Flächen der meist grossen, in Calcit eingeschlossenen Krystalle nicht hinreichend eben und glänzend sind, jedoch liessen sich einige Winkel annähernd messen.

$cm = 81° \ 30$ Fassa, 81° Rézbanya, Natural Bridge.
$co = 73$ Natural Bridge.
$cM = 85$ Rézbanya.
$cb = 90$ Natural Bridge.

Die einfachen Krystalle lassen gewöhnlich nur *c m b* erkennen, *o* erscheint nur schmal. Zwillinge sind nicht selten. Gewöhnlich sind die beiden Individuen übereinander gelagert wie an den Zwillingen von Pargas, von Natural Bridge (Fig. 13.) zuweilen aber nebeneinander gelagert wie bei dem Phlogopit von Burgess (Fig. 14). Bei diesem tritt noch die Erscheinung ein, dass die Flächen *c* eine zur Kante *cb* parallele Streifung zeigen. Die letztere rührt von sehr kleinen Einschlüssen her, da bei der mikroskopischen Untersuchung unzählige sehr kleine undurchsichtige Körnchen, sowie feine Bläschen erkannt werden, welche in der genannten Richtung linear angeordnet sind. Die Fläche *c* ist dabei vollkommen glatt. Fig. 14 gibt die Streifung, die nicht sehr fein ist, durch Linien an.

Die Form des Phlogopits scheint demnach mit der des Meroxens vollständig übereinzustimmen, auch bezüglich der Gleitflächen zeigt sich viele Ähnlichkeit. Die Trennungen nach $\sigma = 104$ und nach $\zeta = 135$ sind sehr gewöhnlich. An dem Phlogopit von Ratnapura auf Ceylon, an jenem aus dem Fassathal, von Burgess in Ontario, von Natural Bridge u. A. konnten dieselben durch annähernde Messungen erkannt werden. An einem Exemplare von Burgess wurde auch eine Trennung nach der Fläche $\bar{1}34$ beobachtet. Der Winkel mit *c* wurde zu 71° gefunden, der berechnete ist 70° 35′.

Trennungen im Sinne der Schlaglinien wurden an dem Phlogopit vom Fassathal und an jenem von Ratnapura erkannt. An letzterem wurde eine zu 111 parallele Trennung wahrgenommen, welche demnach auf der Gegenseite von $m = 111$ liegt, wie dies auch beim Meroxen gefunden wurde. Der beobachtete Winkel ist 81°, der berechnete 81° 19′.

Die Phlogopite, welche ich untersuchte, sind durchwegs Glimmer der zweiten Art, die Ebene der optischen Axen ist parallel der Symmetrieebene, der Axenwinkel variirt in meinen Bestimmungen zwischen 0° und 17° 25′ für Roth. Verschiedene Krystalle vom selben Fundort, ja sogar verschiedene Blättchen desselben Krystalls zeigen verschiedene Axenwinkel. So schwankt derselbe bei dem fast farblosen Phlogopit von Rézbanya, welcher von Grailich als einaxig angegeben wurde, zwischen 0° und 3° bei dem Phlogopit aus dem Fassathale von 0° bis 13°.

Ähnliche Schwankungen hat Sillman an dem Phlogopit von Edwards erkannt.

An den Krystallen aus dem Fassathal, welche aus abwechselnden hellen und dunkelbraunen Schichten aufgebaut sind, ist zu bemerken, dass die hellen Schichten einen kleinen, die dunklen einen viel grösseren Axenwinkel zeigen. Daraus ist zu schliessen, dass mit Zunahme des Eisengehaltes der Axenwinkel zunimmt, genau wie bei dem Meroxen, welcher die gleiche optische Orientirung zeigt. Dies wird auch durch später anzuführende Analysen an optisch untersuchten Phlogopiten bestätigt.

Die Phlogopitkrystalle und die Tafeln, welche man aus derlei Krystallen durch Spaltung erhält, sind fast immer etwas gekrümmt, so dass sie für genaue optische Bestimmungen untauglich erscheinen. Es gelang mir jedoch, von zwei verschiedenen Phlogopiten Präparate zu erhalten, welche eine Messung gestatteten.

Eine Platte des Phlogopits von Natural Bridge, Jefferson Cty., welche eine braune Farbe zeigte, und die Flächen *c*, *b*, *m* trug, ergab für rothes Licht

	Ac =	7° 4′
	Bc =	9 43
	AB =	16° 47′
Halbe Diff.	=	−1° 19′

Eine Platte aus einem braunen Phlogopitkrystall von Burgess, Canada, welcher die Flächen *c*, *b*, *o*, *m* zeigte, gab

	Roth	Grün
Ac =	6° 36′	7° 43′
Bc =	7 24	8 1
AB =	14° 0′	15° 44′
Halbe Diff. =	−24′	−9

In beiden Fällen ist demnach $\mathfrak{a}$ oben nach rückwärts geneigt.

Bei anderen Phlogopiten war nur eine beiläufige Bestimmung des Axenwinkels möglich. Die kleinen Krystalle und

Körner von schön röthlichbrauner Farbe, welche den Pargasit und Diopsid im körnigen Calcit von Pargas begleiten, haben keine vollständig ebenen Spaltflächen, sie gaben für Roth $AB = 15°$. Die Analyse dieses schönen und vollständig frischen Phlogopits übernahm Herr Prof. Ludwig. Das Resultat ist unter XIII angeführt. Ein anderer Phlogopit, als dessen Fundort mir Pennville (soll vielleicht heissen Pennsbury) in Pennsylvania angegeben wurde, und der die Flächen *c m b* zeigte, gab $AB = 15°$. Die Analyse, welche mit XIV bezeichnet ist, wurde von Herrn Prof. E. Neminar ausgeführt.

Ein Phlogopit von Ratnapura auf Ceylon, von gelblicher Farbe, dessen fast handgrosse Tafeln schon Spuren einer beginnenden Veränderung zeigten, die Flächen *c b m* erkennen liessen und die früher bezeichneten Trennungen darboten, gab $AB = 13°$. Die Analyse, mit XV bezeichnet, ist von Herrn A. Poppovits ausgeführt.

Der Phlogopit von Edwards stand mir in einigen grösseren Platten zur Verfügung, welche ich der Güte des Herrn J. D. Dana in New-Haven verdanke. Eine lichtbraune Platte gab für Roth $AB = 17° 25'$. Die Analyse, welche einen früher nicht bekannten Baryumgehalt ergab, wurde von Herrn Dr. Fr. Berwerth ausgeführt. Sie ist mit XVI bezeichnet.

Bezüglich des Dichroismus zeigen sich beim Phlogopit ähnliche Erscheinungen wie beim Meroxen, jedoch ist $\mathfrak{a}$ immer der hellste Farbenton und es ist meistens $\mathfrak{b} > \mathfrak{c} > \mathfrak{a}$. Da die Färbung der Phlogopite meist wenig dunkel, so zeigen sich die Absorptionsunterschiede nicht so sehr grell wie bei dem dunklen Meroxen. Für den Phlogopit von Burgess ergab sich eine ungewöhnliche Anordnung, nämlich

$\mathfrak{c}$ braunroth, $\mathfrak{b}$ bräunlichgrün, $\mathfrak{a}$ gelb und $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$ wie beim Meroxen.

Eine interessante Wahrnehmung, welche schon von G. Rose genauer geprüft wurde, ist der Asterismus mancher Phlogopite. Nach Rose wären es feine langgezogene Blättchen eines Biotits, welche regelmässig eingelagert diese Erscheinung hervorrufen.

Durch die Freundlichkeit des Herrn G. Hinrichs in Iowa City stand mir eine Platte des Phlogopits von Perth-Amboy,

Canada W. zur Verfügung, an der ich einige Beobachtungen ausführen konnte.

Die braune Platte, welche etwas perlmutterglänzend und unvollkommen durchsichtig ist, gibt beim Durchblicken gegen eine Lichtflamme einen sechsstrahligen Stern, der aus drei unter 60° sich kreuzenden Streifen besteht. Die letzteren liegen parallel den Schlaglinien. Zwischen diesen glänzenden Streifen sieht man aber auch noch schmale schwache Streifen, welche die Winkel der vorigen halbiren.

Unter dem Mikroskop zeigen sich in diesem Phlogopit unzählige feine Linien, welche der Fläche *c* parallel sind und bei stärkerer Vergrösserung als leistenförmige Einschlüsse erkannt werden. Die grosse Mehrzahl dieser feinen Nadeln und Leistchen liegen in drei Richtungen, die sich unter 60° schneiden und die auf den Richtungen der Schlaglinien senkrecht sind. Diese Einschlüsse erklären den Hauptstern beim Asterismus.

Die anderen in geringer Zahl vorkommenden Einschlüsse sind lange schmale Nadeln, die an Länge die vorigen meist um das Vielfache übertreffen. Sie werden erst bei 400maliger Vergrösserung aufgelöst und als ähnliche leistenförmige Körperchen wahrgenommen. Sie liegen in drei Richtungen, welche zu den Richtungen der anderen Einschlüsse senkrecht sind. Sie erklären den secundären Stern.

Die häufigen Einschlüsse liegen den drei Kanten parallel, welche die Hauptform der Glimmertafeln bilden, die seltenen hingegen liegen parallel den Drucklinien, also in den Zonen *cr*, *cz*, *cz'*. Die Endigungen der Einschlüsse sind an den breiteren Leistchen scharf zu erkennen. Diese erscheinen entweder rechtwinkelig abgestutzt und das Leistchen ist ein langgezogenes Rechteck, oder die Endigung wird von zwei Linien gebildet, welche einen Winkel von ungefähr 90° einschliessen, oder im dritten Falle erscheint eine Combination der beiden vorigen Gestalten. Die Form der Einschlüsse entspricht sonach keinem Glimmer und es lässt sich die Ansicht G. Rose's für diesen Fall nicht aufrecht erhalten.

Die Leistchen treffen oft zu zweien oder zu dreien zusammen und bilden dann verschiedene hakenförmige oder gabelartige, selten sternförmige Gestalten. An den Stellen des Zusammen-

treffens ist keine Gliederung, sondern ein unmittelbares Zusammenfliessen zu beobachten. Zuweilen münden die Einschlüsse der ersten in diejenigen der zweiten Art und es entstehen tabakpfeifenartige oder T-förmige Gestalten.

Alle diese Einschlüsse beider Art erscheinen in bunten Farben. Viele sind himmelblau bis blassblau, andere grün, andere gelb bis röthlich. Die meisten haben ihrer ganzen Ausdehnung nach dieselbe Farbe und nur wenige ändern der Länge nach ihre Farbe vom Blau durch Übergänge bis zum Gelb. Man erkennt sowohl unmittelbar als auch durch den Vergleich mit jenen Farben, die an den aufgeblätterten Stellen in den Newton'schen Ringen erscheinen, dass die Farben der Einschlüsse Interferenzfarben seien, welche durch die enorme Dünne der Einschlüsse hervorgerufen werden. Diese dünnen Leistchen müssen aber ein Brechungsvermögen besitzen, welches von dem der anschliessenden Umgebung bedeutend verschieden ist, sonst könnte die Erscheinung nicht so auffallend hervortreten. Hieraus ergibt sich wiederum, dass die Einschlüsse nicht einem Glimmer zugehören können.

Man könnte nun vermuthen, dass gar keine starren Einschlüsse, sondern vielmehr Hohlräume, sogenannte negative Krystalle vorliegen, obwohl die Form derselben nicht dafür spricht. Als zur Prüfung dieser Annahme mehrere höchst dünne Spaltblättchen unter dem Mikroskop mit der Präparirnadel zerrissen wurden, zeigte sich's, dass die genannten Einschlüsse dabei isolirt werden und herausfallen.

Der Asterismus rührt demnach wirklich von Einschlüssen her, deren Natur genauer zu bestimmen, mir nicht gelang.

Die als Jefferisit bezeichneten Glimmer sind nichts anderes als Phlogopit, welcher zum Theil zersetzt erscheint. Das äussere Ansehen, sowie die optischen Erscheinungen beweisen dies vollständig.

Zinnwaldit.

Dieser Glimmer steht nach seinen physikalischen Eigenschaften zwischen dem Phlogopit und dem Lepidolith, jedoch kommen nach meinen Beobachtungen keine Übergänge nach der einen oder der anderen Seite vor. Im durchfallenden Lichte

sind die Zinnwaldite blass-violett bis gelb ins Braune, sehr häufig erscheinen die Krystalle aus Schichten von wechselnder Farbe aufgebaut. An den Krystallen von Zinnwald sieht man diese Erscheinung oft sehr schön.

Die Form der Krystalle ist eigenthümlich. Zwar sieht man auch an ihnen die Flächen *c b m*, öfters auch *o* und ***M***, aber es treten oft auch noch zwei Flächen auf, welche bei den früher besprochenen Glimmern fehlen, nämlich $H = \bar{2}01$ und $x = \bar{1}31$ (Fig. 15 auf Taf. III.) An vielen Krystallen sind die Flächen *c* und *b* glatt, die übrigen aber vollständig matt. Zwillinge mit Aufeinanderlagerung der Individuen sind bei dem Vorkommen von Zinnwald herrschend. Fig. 16, Taf. III, worin die matten Flächen, ihrer Streifung entsprechend, schraffirt erscheinen.

Bei der genannten Beschaffenheit der Flächen war eine genaue Messung nur bezüglich der Flächen *c* und *b* möglich, die übrigen Zahlen sind als beiläufige Werthe zu betrachten.

Für die Krystalle von Zinnwald bestimmten sich:

		Zinnwaldit	Meroxen ber.
$c : b$	$= 001 : 010$	$= 90° \; 0'$	$90° \; 0'$
c : einer schmal. Fl.		$= 66 \; 30$	—
$c : M$	$= 001 : 221$	$= 85$	$85 \; 38$
$c : o$	$= 001 : 112$	$= 73 \; 19$	$73 \; 2$
$m : c$	$= \bar{1}11 : 001$	$= 81...82°$	$81 \; 19$
$c : H$	$= 001 : \bar{2}01$	$= 95$	$95 \; 2$
$b : x$	$= 010 : \bar{1}31$	$= 30°30,$	—
Am Zwilling:			
$b : b$	$= 010 : \underline{010}$	$= 59 \; 57$	$60 \; 0$

Eine gewöhnliche und wichtige Erscheinung ist das Auftreten feiner Falten in den Krystallblättchen, welche auf den *b*-Seiten senkrecht sind. Vgl. Fig. 17, Taf. III. Die Falten sind unabhängig von der Zwillingsbildung. Die Bedeutung derselben zu ermitteln, gelang mir nicht, doch vermuthe ich darin eine regelmässige Verwachsung des monoklinen Zinnwaldits mit einem triklinen Glimmer, der vielleicht die gleiche Zusammensetzung hat, ähnlich wie dies beim Orthoklas und Mikroklin nach Descloizeaux' Untersuchungen stattfindet.

Eine zweite allgemeine Erscheinung ist die fächerförmige Gruppirung der Krystalle und Zwillinge. Eine grosse Anzahl von Individuen ist in solcher Weise zusammengefügt, dass jedes gegen den Strahlungspunkt hin sich verschmälert, nach der Seite der freien Krystallisation zu sich verdickt, und dass die vielen dünnen Individuen zusammengenommen nach aussen hin fassförmige oder auch rosettenförmige Aggregate bilden. Man erhält demzufolge beim Zertheilen solcher Aggregate oft keilförmige Platten, so zwar, dass vollkommen planparallele nicht immer leicht zu finden sind.

In optischer Hinsicht ist der Zinnwaldit ein Glimmer zweiter Art, wie der Phlogopit, hat aber einen ziemlich grossen Axenwinkel. Eine schöne Platte von Zinnwald gab:

		Roth	Na-Flamme	Tl-Flamme
Ac	=	24° 0′	24° 8′	24° 5′
Bc	=	26 36	26 17	26 0
AB	=	50° 36′	50° 25′	50° 5′
Halbe Diff.	=	— 1° 18′	— 1° 4′	— 0° 57′

Somit ist $\mathfrak{a}$ oben nach rückwärts geneigt.

Die Analyse dieses Glimmers, welche von Herrn Berwerth ausgeführt wurde, ist mit XII bezeichnet.

Ein blassvioletter Zinnwaldit aus Sibirien ohne genauere Angabe des Fundortes gab schöne Platten, die jedoch keine Randausbildung zeigten, daher der Sinn der Abweichung von $\mathfrak{a}c$ nicht erkannt werden konnte. Bemerkenswerth ist die ungewöhnliche Grösse der Abweichung.

Es wurde nämlich bestimmt:

		Roth	Na-Flamme
Eine Axe : *c*	=	28° 40′	28° 37′
Andere „ : *c*	=	36 48	36 42
AB	=	65° 28′	65° 19′
Halbe Diff.		± 4° 4′	4° 2′

Die Orientirung gegenüber den Schlaglinien ist dieselbe wie bei dem vorigen Glimmer und das Verhalten vor dem Löth-

rohre gleichfalls, doch scheint der Gehalt an Eisen und Mangan bedeutender zu sein, als bei jenem.

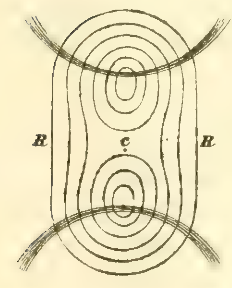
Die Dispersion sowohl der optischen Axen, als auch der Mittellinien ist beim Zinnwaldit den angeführten Messungen zufolge fast Null. Die Betrachtung der Axenbilder gibt dasselbe Resultat. Man sieht an den Hyperbeln gewöhnlich nichts von einem farbigen Saume und nur zuweilen erkennt man an einem der beiden Bilder einen bläulichen Saum nach aussen, an dem anderen Bilde nicht, was der geneigten Dispersion entspräche.

Im Dichroskop liefern Platten von Zinnwaldit für ¢ und für 𝔟 einen grünlich-grauen Farbenton, der aber für ¢ etwas ins Braune fällt.

Der dunkelgraue Glimmer von Altenberg, welcher von Breithaupt Rabenglimmer genannt worden, scheint ein eisenreicherer Zinnwaldit zu sein. Er zeigt einen kleinen Axenwinkel und es finden sich Blättchen, in welchen der Axenwinkel fast Null wird. Dies stimmt mit der Beobachtung, nach welcher die dunkler gefärbten Schichten des Zinnwaldits einen kleineren Axenwinkel erkennen lassen, als die hellgefärbten und es ist daraus zu schliessen, dass beim Zinnwaldit mit Zunahme des Eisengehaltes der spitze Axenwinkel sich verkleinert.

Aus der Form der Ätzfiguren schloss Baumhauer auf ein triklines Krystallsystem. Ich stellte desshalb Versuche an, um zu ermitteln, ob die Mittellinie 𝔞 in der Symmetrieebene liege oder nicht. Es wurden mittels des Apparates, der zur Messung des Winkels der optischen Axen dient, die Winkel *cR* bestimmt, welche den Distanzen zwischen den isochromatischen Curven und der Normale auf *c* entsprechen und diese Winkel wurden bis auf kleine Abweichungen, welche den Fehler des Instrumentes nicht übersteigen, gleich gefunden. Daraus ergibt sich der Parallelismus der Mittellinie 𝔞 mit der Symmetrieebene, wie dies dem monoklinen System entspricht.

Fig. 9.



Der Kryophyllit (Cooke) von Rockport, Mass. verhält sich in jeder Beziehung wie der Zinnwaldit. Die Krystalle sind meist einfach, die Ebene der optischen Axen ist parallel der Symmetrie-

ebene, der Axenwinkel 56° für Na-Flamme. Die Dispersion wie bei Zinnwaldit, die Platten zeigen starken Dichroismus, $\mathfrak{c}$ violett, $\mathfrak{b}$ grünlichgrau.

Muscovit.

Zur Bestimmung der Krystallform dienten kleine glänzende Kryställchen, welche auf Adular sitzen, der von wenigen Quarzkrystallen begleitet ist. Die eine Stufe erhielt ich von Herrn Bergmann in Innsbruck mit der Fundortangabe Abühl im Sulzbachthal, die andere in der Sammlung des Hof-Mineraliencabinets hat Rothenkopf im Zillerthal als Fundort. In beiden Fällen sind die Kryställchen von lichtbrauner Farbe und erscheinen theils einfach, theils zu Zwillingen verbunden.

Die einfachen Krystalle zeigen gewöhnlich die monokline Symmetrie ganz deutlich. Die Neigung der Endfläche c gegen die Fläche M zur Linken ist ebenso gross wie die entsprechende Neigung auf der rechten Seite und es ist $cb = 90°$. Bei den Zwillingen hingegen erhält man häufig Zahlen, die keine Übereinstimmung für gleichliegende Flächen zeigen, so dass ich anfänglich ein triklines System annehmen zu sollen glaubte. — Die Erscheinung hat folgenden Grund: die Seitenflächen sind immer fein gestreift und geben je nach der Incidenz verschiedene Reflexe. Man erhält immer wenigstens zwei Fadenkreuze, die oft von nahezu gleicher Schärfe sind. Sie rühren von Flächenelementen her, welche eine nur wenig verschiedene Lage haben und die in den Streifen miteinander abwechseln. Diese Flächenelemente zeigen die Erscheinungen vicinaler Flächen, ihre Lage nähert sich derjenigen bestimmter Flächen von einfachen Abmessungen, sie selbst aber führen auf complicirtere Indices.

Diese Erscheinung tritt vorzugsweise an der Fläche M auf, die beim Meroxen die Indices 221 erhielt, aber auch an $b = 010$ ist sie häufig.

An den Krystallen vom Abühl kehren drei Flächen wieder, welche nahezu die Lage von M haben. Sie mögen mit M_3, M_2 und M_1 bezeichnet werden, ferner zeigt sich eine Fläche, die der m-Fläche des Meroxens nahe steht, sie wird mit m_1 bezeichnet. Endlich treten die Flächen $x = 1\bar{3}1$ und $N = 2\bar{6}1$ auf. Die letzteren drei sind gewöhnlich klein. m_1 und N erscheinen

unvollkommen eben, *x* ist meist glatt. *b* hat oft eine feine Zeichnung, indem rhomboidische Grübchen auftreten, deren Seiten den Kanten *bc* und *bM* parallel sind. In der Projection Fig. 23, Taf. IV, sind die sämmtlichen beobachteten Flächen eingetragen.

An einem einfachen Krystall vom Abühl (Fig. 18) erhielt ich folgende Winkel, welche mit den für Meroxen berechneten zusammengestellt sind:

	Abühl	Meroxen ber.
cM_3 =	95° 4′	95° 5′
cM'_3 =	95 4	95 5
cb =	90 0	90 0
bM =	60 11	60 5
MM' =	59 48	59 50

Bei der Berechnung wurden für M_3 die Indices 12, 12, 7 angenommen.

Die Zwillinge sind in derselben Weise gebildet wie jene des Meroxens. Ein solcher Zwilling, welcher die in Fig. 19 dargestellte Form zeigte, ergab folgende Winkel, welche mit jenen zusammengestellt sind, die Marignac an Krystallen vom Gotthard erhielt. [1]

	Abühl	Gotthard
M_3c =	95° 4′	—
M_2c =	94 54	—
M_1c =	94 40	—
m_1c =	82 13 ca.	81° 30′ ca.
cM_2 =	85 8	85 10
xc =	85 19	—
cN =	87 ca.	88 ca.
cb =	90 0	90 0
bx =	30 30	—
bN =	30 33	—
bM_2 =	60 19	60 20
$M_2M'_3$ =	59 21	59 20

[1] Archives des Sciences physiques et naturelles 1847. Sér. 1. T. VI, pag. 300.

Ausserdem wurden einige einspringende Winkel gemessen, die nach den vorigen Daten berechnet werden können:

	Beobachtet	Berechnet
$M_3 : \underline{M_2}$	= 10° 0′	9° 58′
$M_2 : \underline{b}$	= 4 50	4 54
$M_3 : \underline{b}$	= 5 5	5 4

M_3 und m_1 liegen in derselben Zone mit c, M_2 und M_1 liegen ausser dieser Zone.

An einem einfachen Krystall vom Rothenkopf wurden die Flächen $c = 001$, $b = 010$, $M = 221$, $m = \bar{1}11$, $y = 043$, $g = 0, 17, 1$ beobachtet (Fig. 20) und folgende Winkel gemessen, die mit jenen für Meroxen berechneten zusammengestellt sind:

		Rothenkopf	Meroxen
Mc	= $\bar{2}21 : 001$	= 94° 24′	94° 22′
$M'c$	= $\bar{2}2\bar{1} : 001$	= 94 24	94 22
mc	= $\bar{1}11 : 001$	= 81 30	81 19
cy	= $001 : 043$	= 77 21	77 7
cg	= $001 : 0, 17. 1$	= 88 59	88 58
MM	= $221 : 2\bar{2}1$	= 59 49	59 50

Die Zwillinge sind ähnlich denen vom Abühl. Ein solcher Zwilling, dessen Form Fig. 21 darstellt, gab für die einspringenden Winkel folgende Werthe:

	Beobachtet	Meroxen
$M : \underline{M}$	= 8° 43′	8° 43′
$M : \underline{g}$	= 3 19	3 19

Auch an diesen Zwillingen zeigten sich zu M und b vicinale Flächen, doch wurde die Erscheinung, welche ihr Ermüdendes hat, an diesem Beispiele nicht so weit verfolgt wie am vorigen Glimmer.

Es ist auffallend, dass die Krystalle vom Rothenkopf Isomorphie mit dem Meroxen zeigen, während die vom Abühl nur durch Indices wie 12, 12, 7 direct in Verbindung gebracht werden können. Leider gab mir die Stufe vom Abühl nicht genug Material für eine chemische Untersuchung, während der Glimmer

vom Rothenkopf analysirt werden konnte. Die Krystalle des letzteren bilden oft fassförmige Aggregate wie der Zinnwaldit, auch sind die Spaltblättchen so wie bei diesem mit feinen Fältchen versehen (Fig. 17). Diese Fältchen führten v. Kokscharow zu der Ansicht, dass in solchen Fällen eine Drillingsverwachsung vorliege. [1] Bauer zeigte aber durch die optische Untersuchung, dass dies nicht der Fall sei. Entweder ist das Blättchen einfach, oder die mit einander zwillingsartig verbundenen Blättchen liegen übereinander.

Die Zwillinge, welche ich an dem Muscovit vom Abühl, vom Rothenkopf, vom Gotthard beobachtete, sind meistens linke Zwillinge. Wenn die einspringenden Winkel durch horizontale Striche angedeutet werden, so ist die Anordnung der Seitenflächen:

$$\begin{matrix} M & M & b & M & M & b \\ b & M & M & \bar{b} & \bar{M} & M \end{matrix}$$

An der Stufe vom Abühl fanden sich auch rechte Zwillinge, an denen die Anordnung der Flächen die folgende:

$$\begin{matrix} b & M & M & b & M & M \\ M & M & b & M & M & b \end{matrix}$$

Die grossen, im Gestein eingeschlossenen Muscovitkrystalle erlauben keine genaueren Messungen und die beiläufigen Bestimmungen haben wenig Werth, weil die Winkel der hier in Betracht kommenden Flächen so wenig von einander verschieden sind, dass sich in vielen Fällen die Flächen mit dem Handgoniometer nicht bestimmen lassen. Zuweilen sind die Flächen so glatt, dass sie einen Reflex geben, aber ich fand in diesen Fällen die Spaltfläche immer gekrümmt, häufig auch die Seitenflächen.

Es liess sich immer nur erkennen, dass ausser *c* an allen Krystallen auch Flächen vorkommen, die *M* und *m* entsprechen, ausserdem wurden oft *b* und *e* beobachtet. Ein Beispiel ist der Muscovit von dem Fundort Soboth in Steiermark. Derselbe bildet bald grössere Tafeln, bald kleinere Krystalle, welche die Flächen

[1] Mater. z. Miner. Russlands II, p. 134. ff.

c M b e tragen, von hellbrauner Farbe sind und im Gemenge mit Orthoklas, Oligoklas und wenig Quarz auftreten. An dicktafeligen Krystallen von der in Fig. 22 dargestellten Form wurden mit dem Handgoniometer bestimmt:

	Meroxen berechnet
cM = 85°	85° 38′
ce = 66	65 24
cb = 90	90 0

Eine treppenförmige Wiederholung von *c* und *e* ist sehr gewöhnlich.

An einer grossen Anzahl von Muscovitkrystallen, die im Gestein eingeschlossen vorkommen, konnte ich durch die Winkel von 81° und 95° das Auftreten der Flächen *m* und *M* constatiren, dagegen gelang es mir nicht, solche aufzufinden, an welchen sich die von Kokscharow angenommene und mit *m* bezeichnete Fläche gezeigt hätte, die nach der hier angenommenen Bezeichnung 110 wäre, ebenso wenig seine Fläche *y*, welche 100 wäre.

Im Vorstehenden wurden für den Muscovit und den Zinnwaldit dieselben Krystallaxen angenommen, wie für den Meroxen, damit die Beziehungen der Isomorphie deutlich hervortreten. Aber die früher angegebene Beschaffenheit der Fläche *b* lässt schon erkennen, dass *M* eine Fläche mit den einfachen Indices sein müsse und der Vergleich der Zahlen, welche für die Indices anderer Flächen erhalten wurde, lassen erkennen, dass *M* sich als Prismenfläche characterisire, also *M* = 110 zu setzen sei, während *m* = 111 bleibt und *o* = 111 wird. Dadurch werden auch die Indices anderer Krystallflächen und auch der Gleitflächen vereinfacht:

Frühere Bezeichnung	Neue Bezeichnung
c = 001	001
e = 023	011
y = 043	021
b = 010	010

Frühere Bezeichnung		Neue Bezeichnung
x	= $\bar{1}31$	$\bar{1}31$
ζ	= 135	133 (Gleitfl.)
N	= 261	130
m	= $\bar{1}11$	111
o	= 112	111
M	= 221	110
Zwillingsfl.	= 110	331
H	= $\bar{2}10$	$\bar{3}02$
ρ	= $\bar{2}05$	102 (Gleitfl.)

Für den Muscovit vom Abühl ist aber hervorzuheben, dass er mit dem Meroxen nicht eigentlich isomorph sei. Für diesen muss ein etwas abweichendes Axensystem angenommen werden. Während nämlich für den Muscovit vom Rothenkopf

$$001 : 100 = 84° 55',$$

ist dieser Winkel für den vom Abühl:

$$= 84° 9'.$$

Wird nun $M_3 = 110$ und $m_1 = 111$ angenommen, so ergibt sich für die Zwillingsfläche das Zeichen $55\bar{2}$, die übrigen Bezeichnungen bleiben gleich mit den in der letzten Columne angeführten.

Die Existenz eines mit dem Meroxen isomorphen und eines nicht isomorphen Muscovits könnte die Ursache jener häufig auftretenden feinen Fältelung sein, welche in Fig. 17 dargestellt wird und die von der regelmässigen Verwachsung beider abzuleiten wäre. Die genannten Fältchen sind verschieden von jenen durch Knickung entstandenen gröberen Falten, welche an eingeschlossenen Glimmertafeln vorkommen. Dies zeigt ihr Auftreten an freien Krystallen, z. B. den Muscoviten vom Zillerthal, von Arendal etc.

Der Muscovit, welcher in Felsarten eingeschlossen vorkommt, zeigt sehr häufig Gleitflächen, welche zuerst von M. Bauer richtig erkannt wurden. Sie liegen gewöhnlich den Richtungen ρ und ζ parallel.

An den Muscovitplatten von Soboth konnten die Winkel $c\rho = 67°$, $c\zeta = 66°$, $c\zeta' = 66°$ bestimmt werden. Dieselben

oder nahe liegende Werthe erhielt ich für einige andere Muscovite. Die Flächen sind aber häufig so wenig eben, dass eine Messung nicht ausführbar.

Diese Flächen sind von vielen früheren Beobachtern für Krystallflächen gehalten worden, ähnlich wie beim Anomit. Während jedoch die Fläche ρ (bei Kokscharow mit *v* bezeichnet) mehr berücksichtigt wurde, schenkte man den Flächen ζ weniger Aufmerksamkeit.

Die Schlaglinien, welche durch Eintreiben einer Spitze in Platten von Muscovit entstehen, liegen den Kanten *cb*, *cM* und *cM'* parallel. An Platten aus Bengalen wurden die den Schlaglinien entsprechenden Trennungen geprüft. In der Zone *cb* wurde durch Reflex der blossgelegten Trennungsfläche der Winkel zu *c* mit 90° bestimmt, wonach die Trennung parallel *b* liegt. In den Zonen *cM* und *cM'* wurden in der Richtung von *c* über *M* nach dem unteren *m*-Reflexe unter 72°, 79°, 120° und $149^1/_2$° erhalten. Dieselben entsprechen keinen am Muscovit beobachteten Krystallflächen, harmoniren aber mit dem monoklinen Charakter des Muscovits.

In optischer Hinsicht ist der Muscovit, was den Axenwinkel anlangt, vielfach untersucht worden. Die Axenebene liegt immer der längeren Diagonale des Prisma *M* parallel, steht also immer senkrecht auf *b*. Von Grailich und Sénarmont wurden zwar Glimmer mit grossem Axenwinkel angeführt, für welche die Axenebene parallel der Symmetrieebene ist, doch beziehen sich diese Angaben theils auf die Zinnwaldite aus Sachsen, Böhmen und Sibirien, theils auf Glimmer ohne Seitenflächen, für welche vor Entdeckung der Schlaglinien die Orientirung nicht sicher ausgeführt werden konnte, zumal die Gleitfläche ρ zu Irrungen Veranlassung gab.

Der Winkel der optischen Axen schwankt bekanntlich innerhalb ziemlich weiter Grenzen, doch zeigt sich, wie schon Sénarmont vermuthete, ein Zusammenhang mit der chemischen Mischung.

Jene Muscovite, welche in ihrer Zusammensetzung dem Damourit gleichkommen, haben einen Axenwinkel von ungefähr 70°, während jene, welche sich dem anderen Extreme nähern,

welches ich Phengit nennen will, Axenwinkel von 60° und weniger zeigen. [1]

	SiO_2	Al_2O_3	F_2O_3	FeO	Axenw. roth
Bengalen	45·57	36·72	0·95	1·28	69°12′
Rothenkopf . .	45·87	30·86	5·70	1·69	60 38
Sobboth	48·76	29·91	4·24	0·41	55 0

Für einen schönen durchsichtigen, in blass-bräunlichen Tafeln vorkommenden Muscovit aus Bengalen und für die früher besprochenen Krystalle vom Abühl und vom Rothenkopf wurde der Axenwinkel gefunden:

	Rothes Gl.	Na-Fl.	Grünes Gl.	Blaues Gl.
Bengalen	69°12′	68°54′	68°30′	67°54′
Abühl	63 1	62 46	62 15	—
Rothenkopf . .	60 38	60 12	60 6	—

Um die scheinbare Abweichung der Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ von der Normale auf c zu bestimmen, wurde so verfahren wie bei dem Anomit, indem die Winkel ermittelt wurden, welche der erste Interferenzring vorne R_v und der erste Interferenzring hinten R_h mit der Normale bilden, ebenso die Winkel der folgenden Ringe R'_v und R'_h.

Für einen schönen ebenflächigen Krystall vom Abühl, ferner für eine Platte des Muscovits von Bengalen und für eine Platte mit der Bezeichnung Ostindien, für welche beide letzteren die Orientirung im gleichen Sinne angenommen wurde wie für den ersteren Glimmer, erhielt ich im Na-Lichte:

	$R_v : c$	$R_h : c$	Hlb. Diff.	$R'_v : c$	$R'_h : c$	Hlb. Diff.
Abühl	27°26′	30°54′	—1°44′	36°50′	40°12′	—1°41′
Bengalen .	11 4	14 26	—1 41	18 34	21 54	—1 40
Ostindien .	12 15	13 15	—0 30	19 43	20 45	—0 31

Die Linie $\mathfrak{a}$ wäre nach den Versuchen an dem Krystall vom Abühl oben nach rückwärts geneigt, so wie dies beim Anomit gefunden worden.

---

[1] Die Vermuthung Grailich's, dass der negative Axenwinkel mit dem Volumgewicht zunehme, bestätigt sich nicht.

Dicke Krystalle vom Muscovit geben im Dichroskop für $\mathfrak{c}$ und $\mathfrak{b}$ wenig verschiedene Farben, dagegen für $\mathfrak{a}$ stets einen viel helleren gelben Ton $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$.

Der besprochene Muscovit aus Bengalen wurde von Herrn S. Blau analysirt. Analyse I. Ein anderer dem vorigen ähnlicher Muscovit aus Ostindien von Herrn L. Sipöcz, Analyse II. Jener vom Rothenkopf im Zillerthal gleichfalls von Hrn. Sipöcz, Analyse III. Endlich der braune Muscovit von Soboth, von Hrn. Dr. W. F. Löbisch, Analyse IV.

Der Damourit verhält sich, wie von mir schon bei einer früheren Gelegenheit bemerkt wurde, wie ein dichter Muscovit.

Der Öllacherit, welcher sich durch einen Baryumgehalt von 5—6% auszeichnet, bietet dasselbe optische Verhalten wie der Muscovit, jedoch ist er spröder als wie dieser.

Was man Margarodit genannt hat, ist dem Muscovit optisch gleich, doch zeigt sich daran im Glanz und einer etwas grösseren Sprödigkeit schon einige Ähnlichkeit mit dem Paragonit und Margarit. An einem Prisma, welches von c und einer Abformungsfläche gebildet war, bestimmte Hr. Becke den Brechungsq. $\gamma = 1{\cdot}42$.

Paragonit.

Das hieher gehörige Mineral vom Gotthardt, welches die Grundmasse des Cyanits und Stauroliths bildet, lässt zuweilen kleine Blättchen erkennen, welche dieselbe optische Orientirung zeigen wie der Muscovit und welche auch im Axenwinkel, der beiläufig 70° beträgt, diesem gleichkommen. Dispersion $\rho > v$. Dieselben Eigenschaften fand ich auch an dem Pregrattit Liebeners, welcher öfters erkennbare Blättchen bildet.

Der Euphyllit Sillman's, welcher grössere, jedoch oft ganz trübe Blättchen bildet, verhält sich optisch wie ein Gemisch von verschiedenen Glimmern. An einem Exemplare von Unionville, welches die bekannte Verwachsung des Euphyllits mit Turmalin zeigt, fand ich die einen Blättchen ähnlich dem Paragonit, andere mit einem merklich grösseren Axenwinkel als 70° deuten auf Margarit. Dazwischen liessen sich aber auch Blättchen beobachten, welche einen sehr kleinen Axenwinkel zeigen.

Lepidolith.

Von keinem Fundorte dieses Glimmers sind mir messbare Krystalle zugekommen. Die Blättchen von Elba, sowie die Säulchen von Haddam, Conn. erlaubten nur sehr beiläufige Bestimmungen, welche die Ähnlichkeit der Dimensionen mit jenen des Muscovits erkennen liessen.

Eine schöne blassrothe Säule mit dem Fundorte Haddam in Conn. wurde mir von Herrn Prof. Rumpf in Graz anvertraut. Sie lieferte eine durchsichtige Tafel, welche die Ebene der optischen Axen senkrecht auf *b* zeigte und den Axenwinkel ergab:

$$AB = 77° \ 10' \ \text{roth}$$
$$76 \ \ 51 \ \ \text{Na-Fl.}$$
$$76 \ \ 34 \ \ \text{grün.}$$

Der Lepidolith von Paris in Maine liefert zuweilen etwas grössere Blättchen. Dieselben sind aber so vielfach zusammengesetzt und durchwoben, dass immer nur kleine Theilchen optisch gleichartig erscheinen.

Diese Blättchen zeigen oft zwillingsartige Verwachsungen, welche man bei der optischen Untersuchung leicht erkennt. Es erscheinen dann zwei, häufig auch drei Individuen in Stellungen, die von einander um je 60° verschieden sind.

Die Blättchen von Elba gaben Axenwinkel zwischen 50° und 72°. Der Lepidolith von Rozena erlaubte in den mir vorliegenden Stücken keine optische Messung.

Der Lepidolith von Paris, Analyse X, sowie der von Rozena, Analyse XI, sind von Herrn Dr. F. Berwerth analysirt.

Margarit.

Die Stücke von Pfitsch in Tirol zeigen zuweilen Drusen dünntafeliger Krystalle, die mit Klinochlor auf derbem Margarit sitzen. Die Form zweier solcher Krystalle ist in Fig. 24 und Fig. 25, Taf. IV, wiedergegeben. Solche Krystalle ergaben mir Winkel, von denen sich manche mit denen des Meroxens vergleichen lassen. Beobachtet wurden die Flächen:

$$c = 001, \quad \mathfrak{k} = 113, \quad o = 111, \quad \mathfrak{n} = \bar{1}12, \quad \mathfrak{q} = \bar{2}25, \quad q = \bar{1}13,$$
$$b = 010, \quad \mathfrak{y} = 053.$$

Die Projection ist Fig. 26. Die gewöhnlichen Combinationen sind *c q o b*, *c q o* $\mathfrak{y}$.

Die Flächen *c* sind oft vollkommen glatt und glänzend, von den übrigen Flächen erscheinen blos *q* und *b* zuweilen vollkommen glatt, während die übrigen fast immer uneben und parallel zu *c* gestreift sind. Zudem sind die Krystalle häufig sehr dünn und daher die Seitenflächen äusserst schmal, was die Messung erschwert.

Unter den im Folgenden angeführten Zahlen sind demnach blos die Winkel *cb* und *cq* genauer bestimmt. Die Werthe für *co* und *bq* nähern sich diesem Grade der Genauigkeit, während die übrigen blos als beiläufige Bestimmungen zu gelten haben.

		Margarit beobachtet	Meroxen berechnet
bc	= 010 : 001 =	90° 0′	90° 0′
$\mathfrak{y}c$	= 053 : 001 =	75 —	74 39
cq	= 001 : 113 =	58 22	58 36
$c\mathfrak{q}$	= 001 : $\bar{2}25$ =	63 8	63 1
$c\mathfrak{n}$	= 001 : 112 =	69 —...70°	69 8
oc	= 111 : 001 =	72 21...73	73 2
$\mathfrak{t}c$	= 113 : 001 =	49 —	48 36
qb	= 113 : 010 =	64 56	64 45

Man erkennt eine grosse Ähnlichkeit der Formen mit denen des Meroxen, welche aus den früheren Messungen von Dana nicht so deutlich hervorging.

In optischer Hinsicht ist der Margarit darin dem Muscovit ähnlich, dass die Ebenen der optischen Axen senkrecht auf *b*, dass er ein Glimmer erster Art ist. Unter allen Mineralen der Glimmergruppe lässt er den monoklinen Charakter am leichtesten erkennen, weil bei ihm die Abweichung der Mittellinie $\mathfrak{a}$ von der Normale am grössten ist. Man bemerkt schon im Nörrenberg'schen Apparate, dass eine Divergenz vorhanden sei und sieht auch bei der Einstellung des Blättchens im Axenwinkelapparate sogleich, dass die Ebene des Blättchens gegen den Limbus schiefgestellt werden muss, damit bei der Drehung beide Axenbilder sichtbar werden.

Der Axenwinkel, den man so erhält, ist daher im zweifachen Sinne ein scheinbarer zu nennen. Ich fand für das Gelb der Natriumflamme denselben 120°.

Die Bestimmung der scheinbaren Abweichung von $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$ geschah in derselben Weise, wie beim Anomit und Muscovit. Bei Anwendung von Natriumlicht wurden bestimmt:

$$R_v : c = 41° 12'$$
$$R_h : c = 24 \quad 0$$
$$\text{Halbe Differenz} = 8° 36'$$

Die Mittellinie $\mathfrak{a}$ ist demnach oben nach vorwärts geneigt und hierin zeigt sich der Margarit verschieden von Anomit und Muscovit, bei welchen $\mathfrak{a}$ oben sich nach rückwärts neigt.

Um die wahre Abweichung $\mathfrak{a}c$ zu finden, wurde die Methode der künstlichen Zwillinge angewandt, mittelst welcher Des Cloizeaux so viele vorzügliche Resultate erhalten hat, doch war es nicht möglich, einen vollkommen tadellosen Krystall zu finden, an welchem die Flächen b zu beiden Seiten ausgebildet und zugleich die Flächen c vollständig eben gewesen wären. Sonach kann der erhaltene Winkel auch nicht genau sein. Ich erhielt bei Anwendung des stauroskopischen Verfahrens im Tageslichte:

$$\mathfrak{a} : c = 6° 27'.$$

Für die Dispersion ergab sich $\rho < v$ also wiederum verschieden vom Muscovit. Den Brechungsq. β fand Hr. Becke = 1·64 . . . 1·65.

In dem Margarit von Sterzing beobachteten Des Cloizeaux und M. Bauer Blättchen mit sehr kleinem Axenwinkel. — Diese Angabe bezieht sich aber auf ein derbes Vorkommen, und nicht auf Krystalle. Ich erinnere daher an das Verhalten des Euphyllits, in welchem ich gleichfalls derlei Blättchen beobachtete. Dieselben könnten vielleicht einem Mineral der Seybertitgruppe angehören, da diese dem Margarit verwandten Minerale einen sehr kleinen Axenwinkel zeigen.

Die Prüfung, welche mit kleinen Blättchen von Emerylith und von Corundellit ausgeführt wurden, gaben völlige Gleichheit mit dem Margarit.

Um schliesslich noch eine kurze Übersicht des optischen Verhaltens der Glimmer zu geben, mögen die genauer beobachteten als Glimmer erster und zweiter Art aufgezählt und möge die Dispersion in gewohnter Weise angegeben werden. Ausserdem wird kurz hinzugefügt, ob sich bei zunehmendem Eisengehalte der positive Axenwinkel vergrössert, durch $+f$ und wofern sich dieser Axenwinkel bei Zunahme des Eisengehaltes verkleinert durch $-f$

I			II		
Anomit	$\rho > v$	$+f$	Meroxen	$\rho < v$	$-f$
			Lepidomelan		
			Phlogopit	$\rho < v$	$-f$
Lepidolith	$\rho > v$		Zinnwaldit	$\rho > v$	$+f$
Muscovit	$\rho > v$	$+f$			
Paragonit	$\rho > v$				
Margarit	$\rho < v$				

Daraus ist zu ersehen, dass bei den Glimmern erster Art die Dispersion gewöhnlich $\rho > v$ bis auf den Margarit, der sich hierin entgegengesetzt verhält, ferner, dass bei den Glimmern zweiter Art die Dispersion gewöhnlich $\rho < v$ bis auf den Zinnwaldit, welcher sich entgegengesetzt verhält. Bei dem letzteren ist zu bemerken, dass gleichzeitig $+f$ eintritt.

Aus allen diesen Fällen lässt sich ein Zusammenhang zwischen dem optischen Verhalten und der chemischen Zusammenetzung erkennen in ähnlicher Weise, wie ich es schon vor einiger Zeit bei der Bronzit- und der Augitgruppe bemerkt habe.[1]

---

[1] Pyroxen- und Amphibolgruppe. Mineralogische Mittheilungen g. v. T. 1871, pag. 17.

Erläuterung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1—3. Meroxen vom Vesuv, einfache Krystalle.

„ 4. Meroxen vom Vesuv. Krystall mit treppenförmiger Wiederholung der Flächen.

„ 5 u. 6. Meroxen vom Vesuv. Braune Krystalle; 6 *a*. Linke Seite der Fig. 6, vergrössert.

„ 7. Meroxen vom Vesuv. Grüner Krystall.

Tafel II.

„ 8. Projection der von mir aus dem Meroxen vom Vesuv beobachteten Flächen.

„ 9 *a*. Linker Zwilling; 9 *b*. Rechter Zwilling.

„ 10. Meroxen vom Vesuv. Brauner Krystall, das Auftreten vicinaler Flächen zeigend.

„ 11. Anomit von Greenwood fournace, Monroe. Ein von vier Gleitflächen und den zwei Spaltflächen begrenztes Stück.

„ 12. Anomit von Greenwood fournace. Wie das vorige Gleitflächen und Schlagflächen erkennen lassend.

Tafel III.

„ 13. Phlogopit von Natural Bridge, Zwillingskrystall.

„ 14. Phlogopit von Burgess. Zwillingskrystall mit Streifung parallel *b* auf den Spaltflächen.

„ 15. Zinnwaldit von Zinnwald. Einfacher Krystall.

„ 16. Zinnwaldit. Zwilling mit matten *m*-Flächen.

„ 17. Zinnwaldit von Zinnwald. Krystallplatte mit feiner Fältelung.

„ 18. Muscovit vom Abühl. Einfacher Krystall.

„ 19. „ „ „ Zwillingskrystall.

„ 20. „ „ Rothenkopf. Einfacher Krystall.

Tafel IV.

„ 21. Muscovit vom Rothenkopf. Zwilling.

„ 22. „ von Soboth. Einfacher Krystall.

„ 23. Projection der von mir am Muscovit beobachteten Flächen.

„ 24 u. 25. Margarit von Pftitsch. Einfache Krystalle.

„ 26. Projection der am Margarit beobachteten Flächen.

Aus der k. k. Hof- und Staatsdruckerei in Wien.

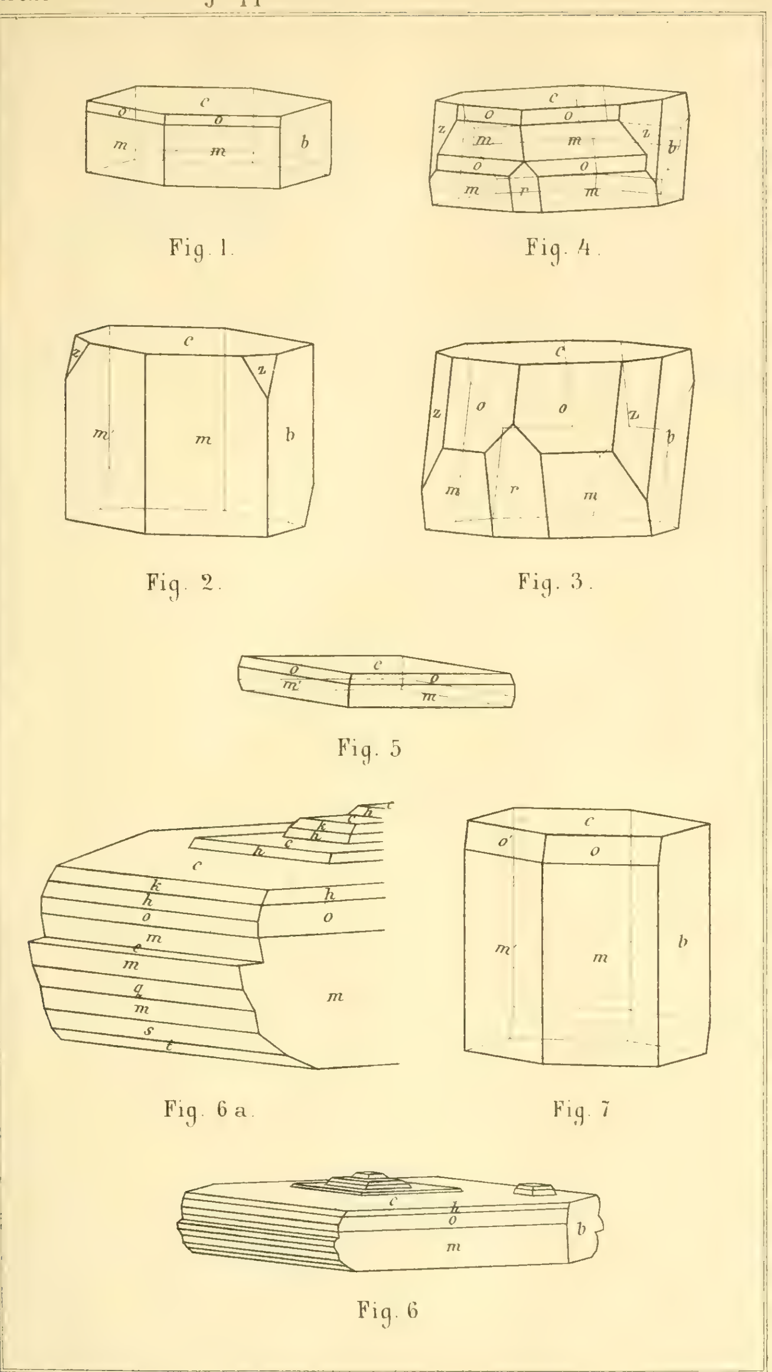

c
o
o
m
m
b
Fig. 1.
c
o
o
z
m
m
z
b
o
o
m
r
m
Fig. 4.
c
z
z
m'
m
b
Fig. 2.
c
z
o
o
z
b
m
r
m
Fig. 3.
c
o
o
m'
m
Fig. 5
c
h
k
h
c
h
c
k
h
o
m
e
m
q
m
s
t
h
o
m
Fig. 6 a.
c
o'
o
m'
m
b
Fig. 7
c
h
o
m
b
Fig. 6



Fig. 9 a.

Fig 9 b

Fig. 8.

Fig 11.

Fig. 12.

Fig 10.

Lith.v F Koke Wien. Kittel del.



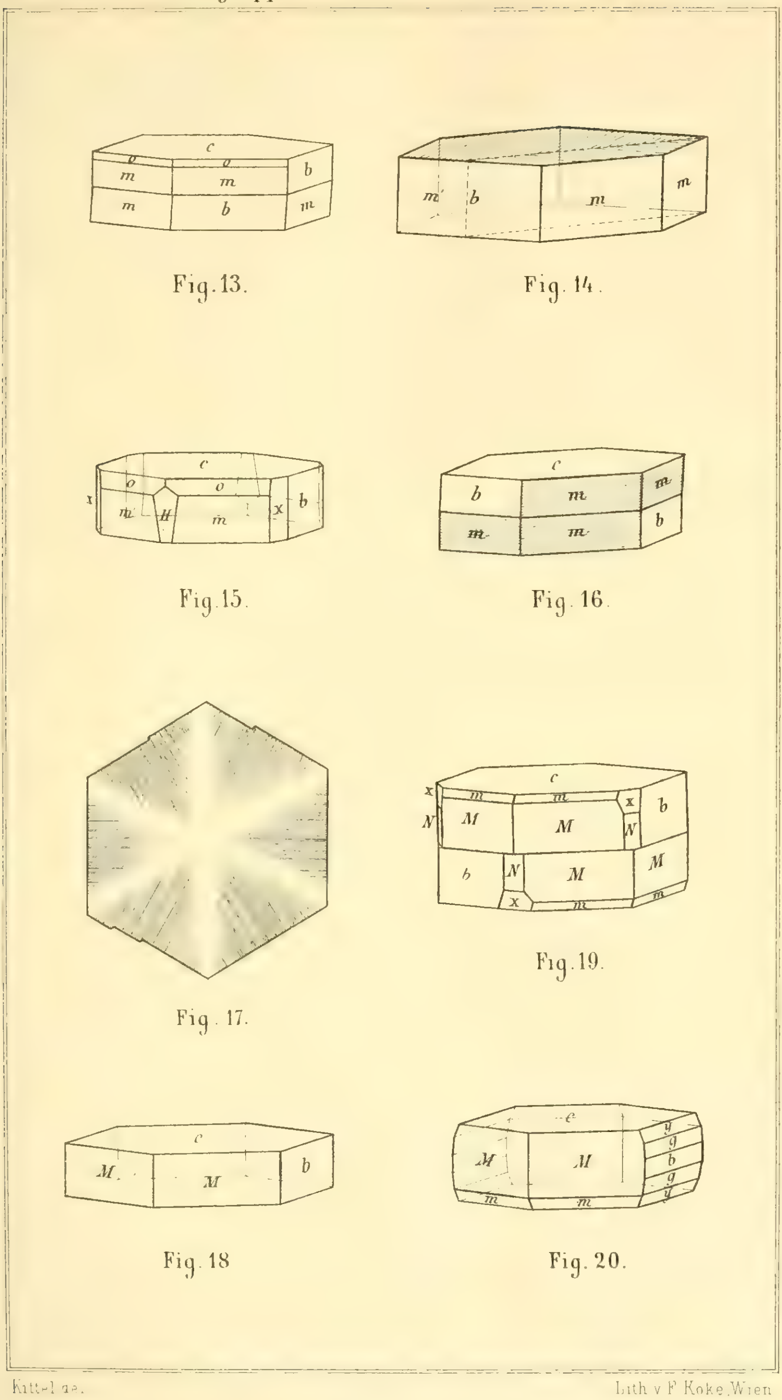


Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 19.

Fig. 18

Fig. 20.

Kittel ge. Lith v F Koke, Wien



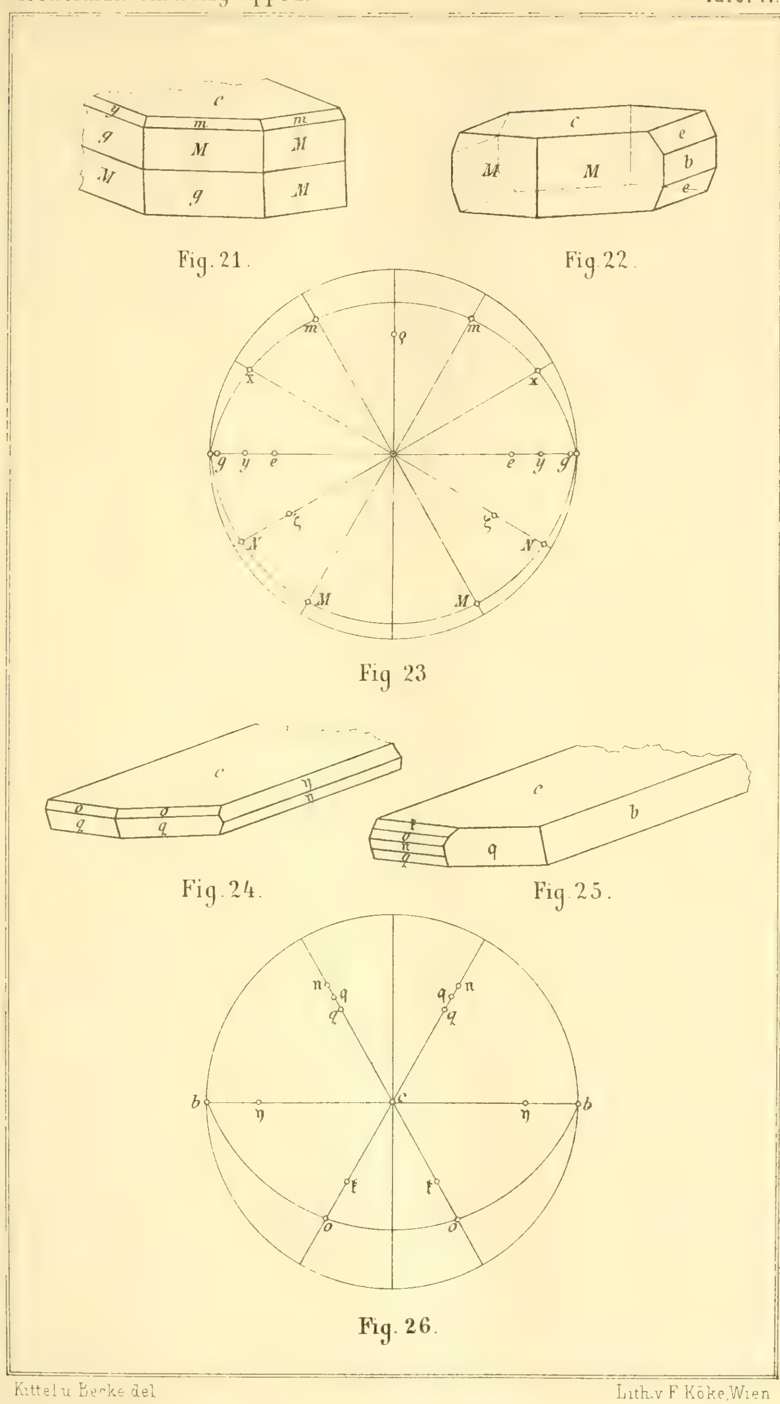


Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

Kittel u. Becke del. Lith. v. F. Köke, Wien.



Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität.

X. Beiträge zur genaueren Kenntniss der Cystolithen und einiger verwandten Bildungen im Pflanzenreiche.

(Mit 2 Tafeln.)

Von **Karl Richter.**

I.

Einleitung.

Im Innern gewisser Zellen von Urticeen und Acanthaceen finden sich eigenthümliche, durch einen Stiel mit der Wand zusammenhängende, kugel-, trauben- oder keulenförmige Körper, welche aus organischer mit kohlensaurem Kalk imprägnirter Substanz bestehen und von Wedell den Namen Cystolithen erhalten haben [1].

---

[1] In der Literatur finden sich folgende wichtigere Abhandlungen und Bemerkungen über diesen Gegenstand:

J. Meyen in Müller's Archiv 1839, p. 255.

Schleiden, M. J., Grundzüge der Botanik. 2. Aufl. 1. Band. p. 329, 2. Band. p. 149,

Payen in Memoires pres. p. div. Savants. 9. p. 85, die zugehörigen Tafeln in 8. Taf. 2—7.

Schacht, H. in den Abhandlungen der Senkenbergischen Gesellschaft. I. p. 133.

Wedell. Ann. d. sciences naturelles 4 Ser. 2. p. 267. (In Hofmeister's Handbuch der physiologischen Botanik, I. 1. p. 180 fälschlich als 4. Band der 4. Serie citirt.)

Sachs J. Lehrbuch der Botanik, 4. Aufl. p. 69 u. 70.

Kny, L. Text zu den Wandtafeln von Nathusius, III. Serie, Taf. XI. S. 27 u. ff.

Duchartre, Éléments de Botanique. II. Aufl. 1877. p. 125.

Auf einige zerstreute, in verschiedenen Lehrbüchern enthaltene Notizen soll weiter unten aufmerksam gemacht werden.

Die in Rede stehenden Gebilde wurden von Meyen[1] in den Blättern von *Ficus* entdeckt, und von Gottschee[2] und Schacht in den Geweben von Acanthaceen aufgefunden, während Payen sie noch in einigen anderen Urticeen beobachtete und sie namentlich mit Rücksicht auf ihre chemischen Eigenschaften prüfte. Die Publicationen der anderen Autoren beziehen sich grösstentheils auf Einzelnheiten, welche ich, um Wiederholungen zu vermeiden, erst am betreffenden Orte erörtern werde.

Trotz der im Verhältnisse zu dem beschränkten Vorkommen und der anscheinend geringen Bedeutung der betreffenden Gebilde ziemlich reichen Literatur sind die Beobachtungen über diesen Gegenstand durchaus noch nicht geschlossen. Im Gegentheile stehen die Angaben der Autoren zum grössten Theile in directem Widerspruche zu einander. Im Verlaufe meiner Untersuchungen gelang es mir, einige dieser fraglichen Punkte richtigzustellen, wie die vorliegende Abhandlung zeigen wird.

II.

Morphologie der ausgebildeten Cystolithen.

Ein Punkt, in dem alle Autoren so ziemlich übereinstimmen, ist die Beschreibung der äusseren Gestalt der Cystolithen. Von allen werden die Traubenkörper, zunächst in der Epidermis der Blätter von *Ficus*, als trauben-, birn- oder kugelförmige Körper, welche vermittelst eines Stieles an der Wand der betreffenden Zelle befestigt sind, beschrieben. Auch die in der Gestalt weit abweichenden Cystolithen der Gattung *Pilea* und einiger sehr nahe verwandten Urticeen, sowie die der Acanthaceen werden überall in derselben Weise beschrieben. Die Cystolithen der Urticeengattungen: *Pilea*, *Elatostemma* und *Myriocarpa*, ebenso die der Acanthaceen sind nämlich nicht von so regelmässiger

---

[1] 1827. S. d. angef. Abhandl. p. 257 und Phytotomie, 1830.
[2] S. Schacht, l. c. p. 133.

Gestalt, wie die der meisten anderen Urticeen, sondern sie sind meist langgestreckt oder keulenförmig, bisweilen auch hufeisenförmig oder gar in mehrere ganz unregelmässige Äste ausgezogen. (Fig. 1—4.)[1] Eine Eigenthümlichkeit zeigen diese Körper auch in der Beziehung, dass der Stiel, der bei den kugelförmigen Cystolithen der Urticeen stets deutlich wahrnehmbar ist, hier immer äusserst fein, ja bisweilen gar nicht zu sehen ist. Auch in diesem Punkte stimmen Wedell und Schacht, die einzigen Beobachter, welche den Cystolithen der Acanthaceen grössere Aufmerksamkeit schenkten, überein; doch finden sich in Schacht's Abhandlung einige Bemerkungen, welche mich veranlassen, näher auf diesen Punkt einzugehen. Während nämlich bei den meisten Urticeen das Vorkommen der Cystolithen auf die Oberhaut beschränkt ist, finden sich dieselben bei den oben genannten Gattungen auch in den inneren Geweben der Pflanzen, ja zum Theile nur in diesen vor. Schacht erörtert nun zunächst auch bei den Acanthaceen ihr Vorkommen in der Oberhaut, und zwar bei *Justicia carnea* Lindl. und ***Beloperome***[2] und heisst es hier weiter: „In der Oberhaut der ausgebildeten Stengelglieder zeigen sich nebeneinander alle Übergänge von der Traubenform zur Spiess- und Donnerkeilgestalt. Wenn der Schnitt sehr zart ist und die Zelle günstig liegt, so sieht man in allen Fällen das zarte, meistens nur sehr kurze Stielchen; bei der Donnerkeilform liegt dasselbe an der stumpfen Seite des Körpers." Auf der folgenden Seite, bei Besprechung der in den inneren Pflanzengeweben vorkommenden Cystolithen, heisst es ferner: „Die Gegenwart des Stielchen, welche ich auch hier vermuthe, konnte ich jedoch nicht sicher nachweisen." Dagegen findet sich auf Seite 145, wo von den donnerkeilförmigen Körpern von *Justicia sanguinea* Willd., bei welcher Pflanze nach Schacht's eigener Beobachtung in der Oberhaut keine Cystolithen vorkommen, die Rede ist, folgende Stelle: „Das Stielchen, an welchem auch diese Körper festsitzen und welches, wenn man nach der Entwicklungsgeschichte des gestielten Traubenkörpers im Feigenblatte

---

[1] Vergl. a. d. der Wedell'schen Abhandlung beigegebenen Tafel Fig. 9.

[2] l. c. p. 143.

schliessen darf, auch hier das zuerst Entstandene sein muss, ist in allen Fällen sehr zart, glänzend und durchsichtig; es wird durch Jod und Schwefelsäure hellblau gefärbt." Hierauf folgt eine Bemerkung über die Länge des Stielchens im Cystolithen und auf Seite 146 die Worte: „Mit Ausnahme von *Justicia carnea*, wovon ich Präparate bewahre, die das Stielchen ausgezeichnet deutlich zeigen, gelang es mir für die Donnerkeil- und Spiessgestalt der Körper selten, ein solches Stielchen sicher nachzuweisen; es wird mir desshalb beinahe wahrscheinlich, dass selbiges späterhin durch Resorption verschwindet."

Wenn dieses Stielchen „in allen Fällen" (in den Oberhautzellen) wahrzunehmen ist, warum ist es dann selten nachzuweisen und soll bei donnerkeilförmigen Körpern verschwinden. Es finden sich ja nach der oben wörtlich citirten Stelle auch in der Oberhaut Körper dieser Gestalt. Und wie kann Schacht die „vermutheten Stielchen" so genau beschreiben? Mir ist nicht klar, in welcher Weise diese Stellen aus Schacht's Abhandlung miteinander in Einklang gebracht werden könnten, und ich muss mich daher, was diesen Punkt anlangt, da Wedell hierüber keine Details angibt, auf meine eigenen Beobachtungen stützen.

Der nächste Punkt, der zu besprechen ist, ist die innere Structur der Cystolithen. Meyen hält die ganzen Gebilde für nichts Anderes, als für „Gummikeulen", welche aussen mit Krystallen kohlensauren Kalkes besetzt sind. Diese Ansicht, auf deren chemische Seite ich weiter unten zurückkomme, wurden schon von Payen widerlegt, welcher in den betreffenden Körpern ein Aggregat von Zellen, die, mit kohlensaurem Kalke erfüllt, an einem Stiele zierlich aufgehängt sind, erblickt. Auch diese Ansicht wurde später von Schacht widerlegt, welcher der Erste war, der die Structur der Cystolithen, wenigstens in den rohesten Umrissen richtig erkannte. Er beschreibt die Traubenkörper, wie er sie nennt, als Zellstoffstielchen, deren Spitze sich nach und nach mit Celluloseschichten überkleidet, zwischen denen sich der kohlensaure Kalk ablagert. Bis hieher beziehen sich, wie schon oben erwähnt, die Angaben in Betreff der Cystolithen ausschliesslich auf Urticeen, und Schacht war der Erste, welcher die ähnlichen Gebilde in den Geweben der

Acanthaceen in den Kreis seiner Beobachtungen mit einbezog. Er zeigt, dass dieselben genau die gleiche Structur erkennen lassen wie jene, und sieht sich dadurch veranlasst, die Traubenkörper bei Urticeen und Acanthaceen als vollkommen analoge Erscheinungen zu betrachten. Nur wieweit das von ihm übrigens nicht immer beobachtete Stielchen in den Cystolithen hineinreicht, vermochte er nicht zu entscheiden, wenigstens nicht für die donnerkeil- oder spiessförmigen Gestalten. Zugleich erwähnt auch Schacht sowohl bei den Urticeen, als bei den Acanthaceen nebst dieser Schichtung der organischen Grundlage der Cystolithen noch eine auf diese Schichten senkrechte radiale Zeichnung, welche sowohl auf dem Längsschnitte, als auf dem Querschnitte zu beobachten ist und nur die geschichtete Masse durchsetzt, ohne sich jedoch über den Grund dieser Zeichnung irgendwie auszusprechen. Diesen Punkt berührt erst Sachs,[1] indem er diese Zeichnung einfach als den indirecten Ausdruck einer Streifung erklärt. Im Widerspruche mit dieser Ansicht gibt Kny, welcher diese Zeichnung, jedoch ebenso wie Sachs nur bei *Ficus elastica* Roxb. beschreibt und dieselbe auf seiner Tafel in sehr prägnanter Weise abbildet, an, sie rühre von Zellstoffbalken her, welche die organische Masse der Cystolithen durchsetzen und so das Gerüst der zwischen ihnen ausgespannten Zellmembranen bilden. Als solche Zellstoffbalken gebe sich diese radiale Streifung durch ihre intensive, auf Einwirkung von Chlorzinkjodlösung hervortretende Blaufärbung zu erkennen. Übrigens sei dieses Vorkommen ganz ohne Analogon im gesammten Pflanzenreiche.

Ich will nun zunächst meine auf die morphologische Beschaffenheit der fertigen Cystolithen bezugnehmenden Beobachtungen mittheilen. Die Gestalt der Cystolithen bei den meisten Urticeen ist eine ziemlich regelmässige. Ich sah dieselben bei *Ficus elastica* Roxb., *stipulata* Thunb., *gigantea* H. B. und *benjamina* L., bei *Humulus Lupulus* und *Broussonetia papyrifera* Vent, ferner bei *Urtica nivea* L. und *Urtica dioica* L. In der Regel sind diese Körper kugelförmig, etwas elipsoidisch, selten mehr in die Länge gezogen, immer ist der Stiel, welcher

[1] l. c. p. 70.

hier stets deutlich zu sehen ist, in der Verlängerung des grössten Durchmessers gelegen. Diese Cystolithen erscheinen dann in vollkommen unverletztem Zustande in Folge der Protuberanzen, die der eingelagerte kohlensaure Kalk hervorruft, in der Gestalt einer kürzer oder länger gestielten, nach allen Richtungen ziemlich gleichförmig entwickelten Traube. Lässt man Essigsäure oder Salzsäure auf diese Körper einwirken, so wird der kohlensaure Kalk unter lebhaftem Aufbrausen in Lösung gebracht, und die organische Grundlage bleibt in Form eines gestielten, mehr oder weniger kugelförmigen, geschichteten Körpers, der an seiner Oberfläche nur geringe Unebenheiten zeigt, zurück. Nachdem die mikrometrische Messung jedoch keine Verkleinerung des Durchmessers erkennen lässt, so scheint das Verschwinden der Unebenheiten durch eine Quellung der organischen Substanz und nicht durch Auflösung einer etwaigen Auflagerung von kohlensaurem Kalke verursacht zu sein.

Eine ganz andere Gestalt zeigen die Cystolithen bei *Pilea*, mit denen nach Wedell jene von *Elatostemma* und *Myriocarpa* in der Gestalt übereinstimmen. Hier ist das Vorkommen dieser Gebilde nicht allein auf die Oberhaut beschränkt, sie finden sich sowohl in der Oberhaut, als auch in der Rinde, ja selbst im Mark und im Basttheile der Gefässbündel. Die Cystolithen haben hier spindel- bis keulenförmige Gestalt, bisweilen sind sie auch gebogen und hufeisenförmig. Im Allgemeinen kann man sagen, ihre Gestalt stimme mit der der Zelle, in welcher sie sich befinden, überein, so zwar, dass dieselben in der Rinde und im Baste langgestreckt und gerade, in den Zellen der Oberhaut und des Markes hingegen von mehr unregelmässiger Gestalt sind. Der Stiel ist hier bedeutend feiner, ja bei den in den inneren Geweben der Pflanzen vorkommenden Cystolithen gelingt es nur sehr selten, denselben zu sehen; bei den langgestreckten Formen in Rinde und Bast konnte ich ihn trotz aller Mühe nicht entdecken. Bei den Epidermiszellen ist seine Anheftungsstelle an dem Cystolithenkörper ganz regellos bald hier, bald dort gelegen, bei hufeisenförmigen Gestalten befindet sie sich meist in der Mitte der convexen Seite.

Weit mannigfaltiger als bei allen Urticeen ist die Gestalt der Cystolithen bei den Acanthaceen, entsprechend ihrem viel häufigeren und auf verschiedenartige Gewebe ausgedehnten Vorkommen. Bei den Acanthaceen kann man, vielleicht mit Ausnahme des Holztheiles der Gefässbündel, von keiner Art von Geweben sagen, dass absolut keine Cystolithen in demselben vorkommen. Diesem Umstande gemäss findet man oft in ein und derselben Pflanze Cystolithen von ganz verschiedener Gestalt. In den Epidermiszellen finden sich bei einigen Arten noch kugelförmige und ellipsoidische Gestalten, aber je unregelmässiger die Gestalt der Zellen wird, desto unregelmässiger wird auch die der Cystolithen. Es finden sich dann in die Länge gezogene, an beiden Enden stumpfe Formen und ganz regellos ausgebildete Körper. Am constantesten ist die Form der Cystolithen, welche in den langgestreckten Zellen des Bastes und der Rinde enthalten sind. Hier sind sie auffallend lang, gewöhnlich zu zweien in zwei übereinanderliegenden Zellen so orientirt, dass die beiden Enden, welche der gemeinsamen Zellwand zugekehrt sind, stumpf, die anderen spitz sind. Im Gegensatze zu diesen zeigen jene des Markes die unregelmässigsten Gestalten. Das Mark ist dasjenige Gewebe, in welchem am seltensten Cystolithen auftreten und in dem sie gewöhnlich nur eine geringe Grösse erreichen. Dadurch scheint auch ihre Gestalt von der der Zellen unabhängig zu werden und kommen so die abenteuerlichsten Formen zu Stande. Ich fand im Marke von *Fittonia Verschaffeltii* Hort. und *argyroneura* Hort. Cystolithen, welche nach Art eines Hirschgeweihes in mehrere Spitzen ausliefen (Fig. 3, 4), andere, welche schneckenförmig gewunden erschienen, wieder andere, welche ganz unregelmässig gekrümmt, die Gestalt der ganz verzerrten Zelle, in der sie sich befanden, annahmen, (Fig. 1, 2). Es lässt sich hier für die Gestalt und Form derselben eben gar keine Regel aufstellen.

Was den Stiel dieser Körper anlangt, so ist derselbe ebenso wie bei den oben genannten Gattungen der Urticeen, sehr zart, und hängt sein Sichtbarwerden immer mehr oder weniger vom Zufalle ab. Bei den Epidermis- und Markzellen gelang es mir zu wiederholten Malen, denselben ganz deutlich zu sehen, doch konnte ich ihn bei den langgestreckten Körpen in Rinde und

Bast hier ebensowenig, als bei jenen Urticeen beobachten, so dass auch ich mich der Ansicht Schacht's [1] zuneige, dass derselbe hier resorbirt werde. Was die Anheftungsstelle des Stieles am Körper betrifft, so kann ich schon nach den wenigen Beobachtungen, welche ich gemacht, die Behauptung aufstellen, dass dieselbe ganz regellos in verschiedenen Fällen an ganz verschiedenen Punkten der Oberfläche des Körpers gelegen sei. Schacht's Bemerkung, [2] dass der Stiel bei donnerkeilförmigen Körpern am stumpfen Ende derselben angeheftet ist, kann ich insoferne nicht bestätigen, als ich in der Oberhaut nur an beiden Enden stumpfe Körper beobachtete, bei denen dann der Stiel, so oft er zu sehen war, an der Langseite angeheftet war. Die erwähnte Angabe muss sich aber auf Oberhautzellen beziehen, wenn sie überhaupt mit den anderen oben citirten Stellen irgendwie in Einklang gebracht werden soll. Gegen diese Annahme spricht allerdings der Umstand, dass Schacht keinen einzigen Cystolithen dieser Gestalt aus der Oberhaut abbildet. Die Zeichnungen in Fig. 17 und 18 zeigen keinen Stiel, sie stellen Präparate aus *Justicia sanguinea* Willd. dar, welche, wie Schacht selbst angibt, keine Cystolithen in der Oberhaut enthält. Bei den donnerkeilförmigen Körpern der inneren Gewebe aber vermuthet Schacht nur das Vorhandensein des Stielchens, und es ist somit wieder nicht anzunehmen, dass er dessen Anheftungsstelle so genau anzugeben vermag. Bei weitem leichter als bei den Cystolithen der Oberhaut, der Rinde und des Bastes ist es bei denen des Markes, den Stiel wahrzunehmen, wenn auch über seine Lage bei der meist ganz unregelmässigen Gestalt dieser Körper sich gar nichts Weiteres angeben lässt.

Was endlich die Anheftungsstelle des Stieles an der Zellwand betrifft, so liegt dieselbe bei Oberhautzellen in der Regel dort, wo diese Zellen von den benachbarten Zellen nicht berührt werden, also an der Aussenwand der Zelle. Ist dieser Theil nur klein oder ragt er haarartig aus der Oberhaut hervor, so sitzt der Stiel im Centrum dieses freien Theiles. Diese Erscheinung ist Regel bei den Urticeen, bei welchen das Vorkommen der Cysto-

---

[1] l. c. p. 146.
[2] l. c. p. 143.

lithen auf die Oberhaut beschränkt ist; sie erfährt jedoch eine Ausnahme bei ***Broussonetia papyrifera*** Vent, wo, wie schon Sachs[1] bemerkt, gewöhnlich zwei Cystolithen in einer Zelle vorkommen, welche dann an der Seitenwand der hier haarartig entwickelten Zelle angeheftet sind (Fig. 5). Bei den Haarzellen der oberen Blattseite finden sich sogar bisweilen drei Cystolithen vor, doch wird einer derselben hier bisweilen durch eine vollkommen cystolithenartig ausgebildete Füllmasse vertreten; diese erscheint dann immer in der Spitze des Haares und unterscheidet sich von den anderen Cystolithen nur durch den Mangel des Stieles (Fig. 6, 7). Auf eine solche Erscheinung macht auch schon Schacht[2] bei ***Urtica nivea*** aufmerksam. Bei den Urticeen, bei welchen auch in den inneren Geweben Cystolithen vorkommen, ist das frei nach aussen liegende Stück der Membran der Oberhautzellen ungleich grösser, ebenso auch bei den Acanthaceen; die Anheftungsstelle des Cystolithenstieles ist auch hier an dieser Stelle, ohne jedoch irgend welche Beständigkeit in der Orientirung der Begrenzung der Zelle gegenüber zu zeigen, auch soll nach Schacht[3] in diesem Falle namentlich bei ***Barleria alba*** Hort. eine Anheftung an der Querwand der Zelle zu beobachten sein, doch fand ich im Laufe meiner Untersuchungen keine Bestätigung dieser Angabe. Bei den Markzellen lässt sich keine bestimmte Orientirung der Anheftungsstellen der Stiele beobachten. Bei den scheinbar stiellosen Cystolithen in Rinde und Bast entfällt selbstverständlich jede diesbezügliche Bemerkung. Was die Lage der Anheftungsstelle bei den Traubenkörpern von ***Ficus*** betrifft, so gibt schon Meyen ganz richtig an, dass dieselbe von oben betrachtet, immer dort liegt, wo mehrere Oberhautzellen strahlig zusammenstossen. Schacht[4] gibt für ***Ficus australis*** Willd. an, es zeige sich hier „eine kleine Erhebung, gewissermassen eine Haarspitze, als ob die Zelle den Versuch zur Bildung eines Haares gemacht hätte“. Dieselbe Erscheinung beobachtete Wedell[5] bei ***Ficus montana*** Burm.

---

[1] l. c. p. 69.

[2] l. c. p. 152 u. 153 in der Erklärung zu Fig. 13.

[3] l. c. p. 143.

[4] l. c. p. 137 u. Fig. 1—5.

[5] l. c. p. 272. in der Erklärung zu Fig. 2.

Geht man nun zur Untersuchung der inneren Structur über, so muss man zunächst den kohlensauren Kalk durch irgend eine schwache Säure entfernen, um so die organische Grundlage unversehrt zu erhalten und so den Bau derselben studiren zu können. Wir sehen dann bei *Ficus* ein ganz anderes Bild als bei den Acanthaceen, denen sich auch jene Urticeen, welche in den inneren Geweben Cystolithen führen, anschliessen, so dass es gerathen erscheint, diese beiden Gruppen getrennt von einander zu betrachten.

Bei *Ficus* ist die Masse der restirenden organischen Substanz eine ziemlich bedeutende. Wir sehen hier einen ziemlich derben, für den Fall, als die Zelle an ihrem oberen Ende von den benachbarten Zellen stark nach abwärts gedrängt wird, mit der Membran dieses oberen flaschenförmigen Endes der Zelle verwachsenen, compacten Stiel, welcher sich etwa bis in die Mitte des Körpers des Cystolithen hinein erstreckt, bei längerem Liegen in Essig- oder Salzsäure wohl auch unregelmässige Krümmungen erfährt und an seiner Spitze kaputzenartig mit Zellstoffschichten überkleidet ist, welche an der Basis des Stielchens allmälig mit der scheinbar ungeschichteten Substanz dieses letzteren verschmelzen. Ob diese Schichten sich auch an dem Stiel oder vielleicht sogar an der Zellwand fortsetzen, vermag ich nicht zu entscheiden; doch scheint der Umstand, dass ein Aufquellen der der Anheftungsstelle des Stieles benachbarten Theile der Zellmembran auch hier eine Schichtung erkennen lässt, eine Bestätigung jener Vermuthung zu enthalten. Eine deutliche Schichtung des Stielchens konnte ich im Widerspruche mit Meyen und Schacht ebensowenig wahrnehmen als Wedell und Duchartre.

Diese Zellstoffschichten werden nun von radial verlaufenden Linien durchsetzt, welche schon von Schacht erwähnt, von Sachs und Kny einer genaueren Untersuchung unterzogen wurden. Wie Kny ganz richtig bemerkt, färben sich diese Streifen auf Zusatz von Chorzinkjod dunkelblau, und zwar intensiver, als die umliegende geschichtete Masse. Kny wurde durch diese Beobachtung zur Annahme eines Structurverhältnisses veranlasst, welches gar kein Analogon im gesammten Pflanzenreiche aufzuweisen hätte, nämlich zur Annahme von Zellstoff-

balken, welche die geschichtete Masse stützen und so gleichsam die Tragpfeiler in dem Gerüste der organischen Grundlage bilden würden. Dieser Ansicht vermag ich jedoch nicht beizustimmen, im Gegentheile scheint sie mir durch eine meiner Beobachtungen geradezu widerlegt zu werden. Wenn man nämlich einen Schnitt aus dem Blatte von *Ficus elastica* Roxb. längere Zeit in Kalilauge kocht, so verschwindet bei allen Cystolithen, auch bei jenen, welche diese Zeichnung in besonders deutlicher Weise zeigten, dieselbe vollständig und es wäre wohl nicht erklärlich, wie ein Zellstoffbalken durch diesen Vorgang entfernt werden sollte.

Dagegen gewinnt die Sachs'sche Ansicht hiedurch bedeutend an Wahrscheinlichkeit, dass wir es nämlich mit einer Streifung, das heisst mit auf der zur Contour parallelen Schichtung senkrechten, wechsellagernden wasserärmeren und wasserreicheren Partieen von Zellstoff zu thun haben. Sachs' Angabe, dass die äussersten Partien der Cystolithen nicht geschichtet seien, scheint, wie auch Kny angibt, auf einer irrigen Beobachtung zu beruhen; ich sah sie wenigstens stets deutlich geschichtet, wenn auch viel ärmer an organischer Substanz als die inneren.

Ganz anders verhalten sich die Cystolithen bei den Acanthaceen, sowie bei den Gattungen *Pilea*, *Elatostemma* und *Myriocarpa*. Vor Allem ist hier die organische Grundlage viel ärmer an Substanz, so dass nach Entfernung des kohlensauren Kalkes schon ziemlich starke Objective nöthig sind, um die Körper genau wahrzunehmen. Auf den ersten Blick zeigen auch diese Körper eine concentrische Schichtung und die oben beschriebene radiale Zeichnung, so dass sich in der Structur kein wesentlicher Unterschied gegenüber den Cystolithen der meisten Urticeen ergeben würde. Eine genauere Untersuchung lehrt jedoch, dass die radiale Streifung hier eine ganz andere Bedeutung habe als dort. Auch die Schichtung bietet hier ein im Allgemeinen verschiedenes Bild. Denn da auch hier die Schichten an der Befestigungsstelle des Stieles zusammenlaufen, der Stiel aber hier sehr oft an der Langseite des Cystolithen und in dem Falle auch nicht einmal immer in der Mitte befestigt ist, so verlaufen die Schichten oft ganz unregelmässig und zeigen nur selten die regelmässige Ausbildung, wie bei *Ficus*. Bei den sogenannt

donnerkeil-, vielleicht besser keulenförmigen Körpern der Rinde und des Bastes ist es sogar Regel, dass die Schichten gegen das spitze Ende zu bedeutend stärker werden, während sie an der stumpfen Seite so dünn werden, dass man sie kaum mehr zu unterscheiden vermag. Dieser Umstand lässt nun wohl vermuthen, dass der Stiel an diesem Punkte befestigt sei oder doch befestigt gewesen sei und mochte auch vielleicht Schacht dazu verleitet haben, diese Behauptung mit solcher Sicherheit auszusprechen, wiewohl dies mit seinen übrigen Angaben nicht vollständig zusammenstimmt. Der Kern des Körpers zeigt auch hier keine Schichtung und gleicht oft einem Hohlraume, doch gelang es mir nie, einen solchen mit Sicherheit nachzuweisen. Bis hieher erscheinen die Unterschiede den Cystolithen von *Ficus* gegenüber bloss als Folge der verschiedenen Ausbildungsweise und Gestalt der Körper. Anders verhält es sich mit der radialen Zeichnung. Zwar erscheint auch sie, wenigstens auf Querschnitten durch spiess- oder spindelförmige Körper in ganz ähnlicher Weise wie bei *Ficus*, doch schon die Längsansicht dieser Gebilde lehrt, dass diese Zeichnung hier eine andere Bedeutung habe als dort. Sie erscheint nämlich in diesem Falle in Form von kurzen Längslinien, welche den Cystolithen bedecken. Kochen in Kalilauge bewirkt hier keine Veränderung, selbst wenn man es soweit fortsetzt, dass sich bereits die einzelnen Zellen aus ihrem Verbande lösen. Dieser letztere Umstand zeigt wohl am deutlichsten die Verschiedenheit der beiden Erscheinungen. Eine genauere Untersuchung zeigt hier, dass eine locale Unterbrechung der organischen Substanz vorhanden zu sein scheint, so dass gleichsam der ganze Körper von Längsrissen durchsetzt erscheint (Fig. 8—11). Auch ist es nach der Beobachtung des Vorganges der Lösung des kohlensauren Kalkes wohl sicher, dass hier nicht nur eine Einlagerung, sondern auch eine Auflagerung von kohlensaurem Kalk stattfindet, indem sich die äussersten Partien der Cystolithen vollständig lösen und die rückständige organische Substanz keine solchen Unebenheiten erkennen lässt, wie der vollständige Körper oder der Rückstand bei *Ficus*; auch zeigt die mikrometrische Messung hier ein Kleinerwerden des Durchmessers, derselbe wird durch die Entfernung

des kohlensauren Kalkes etwa um ein Zehntel seiner Länge verkürzt. Hier zeigt sich also eine bedeutende Verschiedenheit.

III.

Chemische Beschaffenheit der Cystolithen.

Wie oben angeführt wurde, hielt Meyen die von ihm entdeckten Körper in den Epidermiszellen von Blättern mehrerer *Ficus*-Arten für Gummikeulen, welche mit Krystallen kohlensauren Kalkes besetzt sind. Zu der Annahme von Gummikeulen als erste Entwicklungsstadien der fraglichen Körper verleitete ihn seine Beobachtung, dass die ersten Anlagen derselben in mineralischen Säuren aufquellen und sich in kochendem Wasser allmälig lösen. Auch Schleiden scheint, nach den wenigen Worten, welche er diesem Gegenstande widmet, zu schliessen, der Ansicht zu sein, die Cystolithen bestehen aus einer gummiartigen Substanz, wenigstens spricht er ausdrücklich von mit Kalk besetzten Gallertmassen (?) in der Epidermis von *Justicia* und in Rinde und Mark zerstreut bei *Eranthemum.*[1]

Payen richtet seinem Berufe als Chemiker gemäss auch hier sein Augenmerk in erster Reihe auf die Beobachtung der chemischen Eigenschaften der Cystolithen und weist nach, dass dieselben aus Zellstoff, welcher mit kohlensaurem Kalke imprägnirt ist, bestehen. Lässt man nämlich auf ein vollständig entwickeltes Gebilde dieser Art eine Säure, z. B. Essig- oder Salzsäure einwirken, so entsteht ein lebhaftes Aufbrausen und eine völlige Veränderung im Aussehen der Cystolithen. Dieselben erscheinen dann (nach Payen) für den Fall, als die Säure, welche man in Anwendung brachte den kohlensauren Kalk in eine lösliche Verbindung überführte, als ein Aggregat von Zellen, deren Membranen ebenso wie der Stiel auf Anwendung von Jod und Schwefelsäure blau gefärbt erscheinen und so ihre Substanz als Zellstoff erkennen lassen. Das Eintreten dieser Reactionen

---

[1] Grundzüge der Botanik. 2. Aufl. II. Band. p. 149.

bestätigen auch sämmtliche späteren Autoren, und Schacht gibt auch für die Entwicklungsstadien, welche Meyen für Gummikeulen erklärte, das Auftreten der Zellstoffreaction gegen Jod und Schwefelsäure an. Auch verhalten sich die Cystolithen der Acanthaceen in chemischer Beziehung seinen Beobachtungen zufolge genau wie jene der Urticeen.

Ein anderer Stoff, dessen Vorkommen in den Cystolithen Payen ebenfalls angibt, ist die Kieselsäure. Nach seiner Angabe [1] bleibt nämlich bei der Veraschung der vom kohlensauren Kalke befreiten Cystolithen ein leichter Rückstand von Kiesel (*un réseau siliceux très-léger*). Die späteren Autoren berühren diese Verkieselung mit keinem Worte, nur Hofmeister erwähnt dieselbe mit ausdrücklicher Zugrundelegung der angeführten Stelle Payens, und endlich findet sich in Luerssen, Grundzüge der Botanik [2] die Angabe, dass der Stiel der Cystolithen verkieselt sei. Dieser Angabe liegt jedoch nach einer brieflichen Mittheilung von Luerssen an Wiesner die oben genannte Stelle aus Hofmeister's Handbuch, sowie die Beobachtung zu Grunde, dass sich die Stiele der Cystolithen gegen concentrirte Schwefelsäure sehr resistent zeigen. Die bei Hofmeister citirte Abbildung Payen's zeigt jedoch ausdrücklich den Stiel zerstört und ebenso, wie ich weiter unten zeigen werde, wird derselbe durch Chromsäure vollständig entfernt, es kann also von einer Verkieselung des Stieles wohl nicht die Rede sein.

Es ist nun vor Allem festzustellen, ob die Meyen'sche Ansicht über die Gummikeulen ganz aus der Luft gegriffen war, wie es, nachdem alle späteren Autoren diesen Punkt unerörtert lassen, den Anschein hat. Dieser Punkt ist äusserst schwierig. Dass die Anlagen der Cystolithen, welche im fertigen Zustande als Stiel erhalten bleiben, nicht, wie Meyen meint, nur aus Gummi bestehen, ist allerdings sicher, denn dieselben zeigen auf Anwendung gewisser Reagentien die Eigenschaften des

[1] l. c. p. 241. in der Erklärung der Tafel 7. Fig. 5a—d, nicht Fig. 6, wie Hofmeister, Handb. der physiol. Botanik. I. 1. p. 244 citirt.

[2] Leipzig, 1877. p. 18.

Zellstoffes, dessen Anwesenheit hiedurch unzweifelhaft festgestellt wird. Allein ob nicht in dieser Cellulose oder neben derselben in diesen Körpern Gummi enthalten sei, das ist eine Frage, deren Lösung zumal bei der geringen Grösse der zu untersuchenden Körper ausserordentliche Schwierigkeiten bereitet, umsomehr als für Gummi kein einziges mikrochemisch anwendbares Mittel zum Nachweise seiner Gegenwart zu Gebote steht. Man wird daher darauf angewiesen sein, aus makroskopischen Beobachtungen auf die Gegenwart oder Abwesenheit des Gummi zu schliessen; zu ganz sicheren und feststehenden Resultaten kann man allerdings auf diesem Wege nie gelangen. Die einzige Beobachtung unter dem Mikroskope, welche mich auf Vorhandensein von Gummi schliessen liess, war, dass ein Präparat, das zuerst in Weingeist gelegen war, später in destillirtes Wasser gebracht, ein sehr starkes Aufquellen der den Stiel unmittelbar umgebenden Theile der Zellmembran, welche dann auch eine deutliche Schichtung zeigten, zur Anschauung brachte. Beim Kochen von Blattstücken, Alles bei *Ficus elastica* Roxb., in destillirtem Wasser erfolgte auf Zusatz von absolutem Alkohol keine Fällung, dagegen zeigte sich eine solche bei Anwendung desselben Reagens, wenn man statt des Wassers eine Lösung von kohlensaurem Natron als Lösungsmittel verwendet hatte, so dass das Vorhandensein von Gummi, und zwar, da sich kein ausgeschiedener kohlensaurer Kalk nachweisen liess, von Bassorin in den Blättern von *Ficus* wohl keinem Zweifel mehr unterliegt. Ob aber dieses Bassorin gerade in den Cystolithen enthalten ist, bedürfte erst des Nachweises. Meinen Untersuchungen zufolge kann ich hierüber nur sagen, dass die gummöse Substanz bei jungen Blättern, wo in den Cystolithen noch kein kohlensaurer Kalk enthalten ist, viel leichter in Lösung übergeht als bei vollständig entwickelten, so zwar, dass es mir bei letzteren lange nicht gelang, dieselbe in Lösung überzuführen, ohne die Blattstücke vorher in Essigsäure einige Zeit liegen zu lassen. Diese letztere Erscheinung deutet allerdings auf einen Zusammenhang der Löslichkeit des Gummi mit dem Verkalken des Cystolithen und so mittelbar auf das Vorhandensein des ersteren in diesen, ebenso spricht jenes Aufquellen dafür, da ja das Gummi hier in Form von Bassorin'

also in einer in Wasser unlöslichen und nur quellbaren Art auftritt; und endlich wäre vielleicht auch der Umstand, dass die Cellulose der Cystolithen sich mit Chlorzinkjod viel intensiver färbte, wenn man vorher das Bassorin entfernt hatte, nicht ohne Bedeutung, da ich an mit einer Lösung von arabischem Gummi imprägnirter Baumwolle selbst beobachtete, dass diese Reaction durch die Anwesenheit von Gummi beeinträchtigt werde. Trotzdem lässt sich jedoch nicht mit Sicherheit angeben, ob diese Annahme richtig ist, nur dürfte es keinesfalls feststehen, dass Meyen ganz Unrecht hatte, als er die Anwesenheit von Gummi in den Cystolithen behauptete. In den Cystolithen der Acanthaceen ist wohl sicher kein Gummi enthalten. Die Gallertmassen, welche Schleiden (s. oben) hier fand, sind nichts Anderes als die restirenden Zellstoffgerüste nach Enfernung des kohlensauren Kalkes. Diese sind ja auch thatsächlich mit kohlensaurem Kalke bedeckt. Zu dem Ausdrucke „Gallertmassen" setzt auch Schleiden schon ein Fragezeichen.

Die Hauptmasse aller Cystolithen besteht aus Zellstoffschichten, in oder zwischen welche kohlensaurer Kalk eingelagert ist; dieser Satz steht zweifellos fest und wird von allen neueren Autoren einstimmig anerkannt. Zu dieser Einlagerung von kohlensaurem Kalke tritt bei den Acanthaceen auch noch eine Auflagerung desselben.

Das Vorkommen von Kieselsäure in den Cystolithen scheint mir noch nicht vollkommen sichergestellt zu sein. Alle diesbezüglichen Angaben bis auf eine, welche von H. v. Mohl herrührt, und auf die weiter unten aufmerksam gemacht werden soll, reduciren sich auf ein Citiren der oben angeführten Stelle aus Payen's Schrift, welcher die Gegenwart von Kieselsäure durch das Vorhandensein eines Rückstandes bei der Veraschung der entkalkten Cystolithen für bewiesen hält. Da Payen selbst sagt, er habe, um die organische Grundlage nicht zu verletzen, immer nur sehr verdünnte Salzsäure angewendet, um den Kalk zu entfernen, so dürfte die Angabe Payen's wohl mit einiger Vorsicht aufzunehmen sein, da ja dann immer noch weniger leicht zerlegbare Kalksalze der Einwirkung der stark verdünnten Säure hätten Widerstand leisten können und dann

bie der Veraschung als Rückstand erhalten worden wären. Ich selbst wandte bei meinen Untersuchungen nebst der Veraschung auch Chromsäure an, nachdem ich vorher mit concentrirter Salzsäure oder eben solcher Essigsäure behandelt hatte. Letztere liefert in Folge dessen, dass ihr oxalsaurer Kalk widersteht, von vornherein keine absolut sicheren Resultate; bei ersterer jedoch erhielt ich, zwar ebenso wie bei dieser, sowohl bei der Veraschung, als bei der Behandlung mit Chromsäure einen Rückstand, doch erschien derselbe bei den Chromsäurepräparaten im polarisirten Lichte doppeltbrechend, was eher auf eine krystallisirte Substanz schliessen liesse. Doch könnte man vielleicht trotzdem das Vorhandensein von Kieselsäure annehmen, nachdem ja auch der Opal, die amorphe Form der Kieselsäure im Mineralreiche, nicht immer gegen polarisirtes Licht sich neutral verhält, und ja auch andere amorphe Körper doppeltbrechend sind. Für das Vorhandensein von Kieselsäure als Rückstand würde auch der Umstand sprechen, dass nach vorherigem Kochen der Schnitte in Kalilauge, welche bekanntlich [1] alle bisher im Pflanzenreiche beobachteten Kieselverbindungen in Lösung überführt, bei der Veraschung gar kein Rückstand übrig bleibt, vorausgesetzt, dass man die Kalksalze vorher durch Salzsäure entfernt hatte. Wahrscheinlich erscheint somit das Vorhandensein von Kieselsäure in den Cystolithen allerdings und dürfte H. v. Mohl's Angabe,[2] die Cystolithen von *Ficus*, *Parietaria* und einigen verwandten Arten seien verkieselt, die Zweifel, welche über diesen Punkt herrschen, vielleicht vollständig beheben, da dieser Forscher sich gerade mit dem Nachweise der Kieselsäure in den Pflanzen beschäftigte; immerhin mag es angezeigt sein, die Untersuchungen hierüber fortzusetzen, um mit voller Bestimmtheit diese Frage beantworten zu können. Auf keinen Fall jedoch ist, wie Luerssen angibt, der Stiel verkieselt und der Körper verkalkt; der Stiel wird durch Chromsäure immer in ziemlich kurzer Zeit vollständig zerstört; wird derselbe durch Schwefelsäure nicht angegriffen, so muss diese Erscheinung ihren Grund in irgend

[1] s. H. v. Mohl, Botanische Zeitung 1861.

[2] l. c. p. 229.

einer anderen Eigenthümlichkeit des Stieles, vielleicht in einer Cuticularisirung haben, dies würde auch mit meiner Beobachtung, dass der Stiel des vollkommen ausgebildeten Cystolithen die Zellstoffreaction gegen Chlorzinkjod immer nur ziemlich undeutlich zeigt, übereinstimmen. Die Verkieselung würde hier gleichzeitig mit der Verkalkung nur dem Körper des Cystolithen zukommen; ein solches gleichzeitiges Vorkommen von kohlensaurem Kalk und Kieselsäure wurde von Gorup-Besanez[1] auch in anderen Pflanzentheilen, z. B. in Früchten von *Lithospermum* aufgefunden; auch die Haare dieser Pflanzen haben nach H. v. Mohl's und meiner Beobachtung verkieselte Membranen, während ihre Füllmasse sehr reich an kohlensaurem Kalke ist (s. weiter unten). Bei Acanthaceen werden die Cystolithen durch Einwirkung von Schwefelsäure in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit zerstört, so dass von einem Vorhandensein von Kieselsäure wohl nicht die Rede sein kann.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass Cystolithen aus Blattstücken von ***Ficus elastica*** Roxb., welche längere Zeit in Essigsäure lagen (die Erscheinung tritt ungefähr in 36 bis 48 Stunden ein), in ihren inneren Partien lebhaft grün gefärbt erscheinen. Diese grüne Färbung verwandelt sich auf Zusatz von Alkalien in eine gelbe, um auf Zusatz von Säuren wieder grün zu erscheinen. Es ist hier gleichgültig, welche Säure man in Anwendung bringt, am intensivsten wirkt Salpetersäure, doch tritt die Erscheinung bei Salz- und Schwefelsäure, selbst bei organischen Säuren, z. B. Weinsäure, auch sehr schön hervor. Auch Kali und Ammoniak wirken als Basen ganz gleich. Zu bemerken wäre noch, dass die durch Basen erzeugte gelbe Färbung nach Kochen in destillirtem Wasser verschwindet und durch Säuren nicht mehr hervorgerufen werden kann, es scheint also die durch Säuren und Alkalien wechselnde Färbung von einer Substanz herzurühren, welche mit Alkalien eine in Wasser lösliche mit Säuren hingegen eine in dieser Flüssigkeit unlösliche Verbindung liefert, da die grüne Färbung bei demselben Vorgange nicht verschwindet.

---

[1] Annalen der Chemie und Pharmacie, 1875.

Wesentlich verschieden von dieser Erscheinung ist das namentlich bei *Goldfussia anisophylla* Nees. sehr schön zu beobachtende Auftreten von grünen Cystolithen, wie sie in der Familie der Acanthaceen vorkommen, deren Farbe auf Zusatz von Säuren verschwindet oder, wie ich bei *Sanchezia glaucophylla* Hort. beobachtete, sich in Roth verwandelt und somit wahrscheinlich von Anthokyan herrühren dürfte; ob diese durch Säuren hervorgerufene rothe Farbe durch Alkalien wieder in Grün verwandelt werde, wie wohl sehr wahrscheinlich ist, konnte ich nicht entscheiden, da das lebhafte Aufbrausen des kohlensauren Kalkes bei dem Hinzutreten einer Säure jede diesbezügliche Beobachtung unmöglich machte. Wodurch jene Färbung bei *Ficus elastica* Roxb. hervorgerufen werde, scheint mir ebenfalls noch zweifelhaft, und die Lösung dieser Frage hat in Folge der geringen Grösse der Cystolithen ausserordentliche Schwierigkeiten.

Ein in chemischer Beziehung interessanter Punkt ist auch der, dass im Marke von *Ruellia picta* Bot. cab. und anderer Acanthaceen Cystolithen vorkommen, welche, nach ihrem Verhalten gegen Chlorzinkjod und schwefelsaures Anilin zu urtheilen, verholzt sind. Dieselben zeigen immer einen sehr deutlichen Stiel und finden sich nur in Zellen, deren Membran ebenfalls verholzt ist.

IV.

Optisches Verhalten der Cystolithen.

Was das Verhalten der Cystolithen im polarisirten Lichte betrifft, so gibt schon Schacht[1] an, dass sich hier alle Cystolithen als doppeltbrechend erweisen, sie erscheinen auf dunklem Gesichtsfelde hell, auf farbigem in der complementären Farbe. Sachs[2] hingegen gibt an, dass die Cystolithen niemals eine Aufhellung des Gesichtsfeldes hervorrufen, der kohlensaure Kalk könne daher nicht in krystallinischer Form abgelagert sein, während Kny[3] die Polarisationserscheinungen bei den

[1] l. c. p. 147.
[2] l. c. p. 69.
[3] l. c. p. 28.

Cystolithen genauer beschreibt und nicht nur eine Aufhellung des Gesichtsfeldes, sondern das deutliche Hervortreten eines Kreuzes anführt. Alle diese Erscheinungen treten nach Entfernung des kohlensauren Kalkes noch deutlicher hervor, so dass die Cellulose zum mindesten mit Ursache derselben ist.

Die Angabe Kny's fand ich durch meine Beobachtungen in jeder Beziehung bestätigt, und wäre derselben nur noch beizufügen, dass ganz dieselben Erscheinungen, welche Kny für *Ficus elastica* Roxb. beschreibt, auch bei den Cystolithen der Acanthaceen zu beobachten sind. Alle Cystolithen erscheinen bei gekreuzten Nicols lebhaft leuchtend und zeigen ein deutliches Polarisationskreuz (Fig. 12). Da man diese Erscheinungen noch deutlicher wahrnimmt, wenn der kohlensaure Kalk vorher entfernt wurde, so ist Sachs' Behauptung, der kohlensaure Kalk trete in amorphem Zustande auf, wohl nicht widerlegt, doch ist jedenfalls auch der krystallinische Zustand nicht ausgeschlossen. Von Krystallen oder Krystalldrusen konnte ich jedoch nichts entdecken, ich kann somit die Angabe Hofmeister's,[1] dass der kohlensaure Kalk in Krystalldrusen zwischen den Membranlamellen der Cystolithen abgelagert sei, nicht bestätigen. Die Bemerkung desselben Forschers, dass die Beleuchtung mit polarisirtem Lichte zeige, dass die einzeln nicht oder kaum wahrnehmbaren Krystalle in jeder solchen Druse strahlig angeordnet seien, kann ich nicht eingehender besprechen, da mir nicht vollkommen klar ist, in welcher Weise das Verhalten in polarisirtem Lichte die Orientirung der einzeln nicht wahrnehmbaren Krystalle des kohlensauren Kalkes zeigen soll.

V.

Entwicklungsgeschichte.

Die Literatur, welche entwicklungsgeschichtliche Angaben enthält, umfasst nur einen kleinen Theil der am Anfange dieser Schrift angeführten Werke. Meyen beobachtete die Entwicklung der von ihm beschriebenen Traubenkörper bei *Ficus elastica*

[1] Handbuch der physiol. Botanik. I. 1. p. 180.

Roxb. Nach seiner Meinung bedecken sich die „Gummikeulen", welche immer, wenn man das Blatt von der Fläche ansieht, im Mittelpunkte strahlig angeordneter Epidermiszellen entstehen, mit Krystallen kohlensauren Kalkes. Diese Gebilde entstehen zu einer Zeit, wo die Epidermis noch einschichtig ist und das Blatt, noch von der tutenförmigen Scheide umgeben, mit Haaren bekleidet ist. Payen[1] gibt seiner Ansicht über die Structur dieser Körper gemäss nur an, dass an der Spitze der anfänglich vollkommen cylindrischen Gebilde sich ein sehr feines Gewebe bilde, dessen Zellen sich dann mit kohlensaurem Kalke erfüllen. Ausser diesen Forschern gibt nur noch Schacht eine ausführliche Beschreibung der Entwicklung der Cystolithen der Urticeen, worin er angibt, dass das aus Schichten bestehende Zellstoffstielchen durch Apposition von neuen Schichten an dessen Spitze sich vergrössere, wobei gleichzeitig eine Einlagerung von kohlensaurem Kalke stattfindet. Die Bemerkung Hofmeister's,[2] als würde Schacht die Ursprungsstelle des Stielchens im Innern der Epidermalschicht angeben, indem die Zelle, in welcher sich der Cystolith befindet, von den benachbarten Zellen von der Oberfläche getrennt werde, erscheint nach dem ausdrücklichen Ausspruche Schachts[3] „Feine und gelungene Schnitte zeigen die Zelle immer als der obersten Zellenlage angehörig", als unbegründet. Über die Entwicklungsgeschichte der Cystolithen der Acanthaceen gibt Schacht[4] an, dass es ihm trotz allen Eifers nicht gelungen sei, irgend welche Entwicklungsstadien aufzufinden. Wenn er trotzdem später[5] die Entstehung der Körper „in den von ihm untersuchten Pflanzen" mit voller Bestimmtheit beschreibt, so enthält diese Stelle wohl einen directen Widerspruch zu dem früher von ihm Gesagten. Der von Schacht in Fig. 20 abgebildete Körper aus der Rinde von *Justicia sanguinea* Willd., in dem er ein Entwicklungsstadium zu vermuthen scheint, gleicht mehr den von mir früher erwähnten verholzten Cystolithen, und wären diese Vor-

---

[1] l. c. p. 79.

[2] Handbuch der physiol. Botanik. I. 1. p. 189. Anm. 3.

[3] l. c. p. 136.

[4] l. c. p. 144.

[5] l. c. p. 148.

kommnisse also auch in der Rinde zu beobachten. Ich selbst sah sie indessen dort nicht, und die Frage lässt sich ohne genauere Angaben, welche sich bei Schacht nicht finden, nicht entscheiden. Sachs endlich begnügt sich dasjenige, was Schacht für *Ficus* angibt, für *Brousonnetia* zu bestätigen.

Bei der Betrachtung der Entwicklungsgeschichte unserer Körper dürfte es wieder zweckmässig sein, jene aus der Ordnung der Urticineen und jene aus der Familie der Acanthaceen, welche überhaupt in so vielen Punkten von einander abweichen, gesondert zu betrachten. Zugleich sei noch bemerkt, dass bei einer solchen Sonderung die Gattungen *Pilea* u. s. w. unter Einem mit den Acanthaceen zu behandeln sein dürften.

Über die Entwicklung der Cystolithen bei *Ficus* lässt sich dem, was bereits Schacht beobachtete, nicht viel Neues hinzufügen. Wie dieser Forscher ganz richtig angibt, entstehen in einer sehr frühen Zeit in einzelnen Zellen der Epidermis locale Verdickungen der äusseren Zellwände, welche in das Lumen der Zelle hineinwachsen und so allmälig zu cylindrischen Gebilden werden, welche frei in das Innere der Zelle vorragen. Zu dieser Zeit bestehen diese Stiele aus reinem Zellstoff und enthalten noch keine Spur von kohlensaurem Kalk. Nicht viel weiter entwickelt sind sie zu der Zeit, wenn das Blatt sich zu entfalten beginnt, sie erscheinen dann in der Form jener verkrüppelten Gebilde, welche Meyen auf der zweiten seiner Arbeit beigegebenen Tafel abgebildet hat. Auch zu dieser Zeit fand ich noch keinen Kalk vor und konnte auch von der Schichtung, welche Meyen vermuthet, Schacht ausdrücklich angibt, nichts entdecken. Erst bei etwas mehr entwickelten Blättern sah ich in den Cystolithen zuerst die vielfach erwähnte radiale Zeichnung auftreten, mit deren Erscheinen das des kohlensauren Kalkes zusammenfiel. Erst in späterer Zeit, wenn die Blätter schon ihre volle Grösse erreicht haben, kann man die vollständig entwickelten Cystolithen beobachten.

Im Gegensatze zu diesen Körpern, welche erst in verhältnissmässig so später Zeit ihre volle Ausbildung erlangen, zeigen die Cystolithen der Acanthaceen zu einer Zeit, wo eine Differenzirung der Gewebe im Urparenchym noch kaum begonnen hat, im Wesentlichen schon dasselbe Bild, wie im vollkommen

entwickelten Zustande. Anlagen von Blättern, welche im Längsschnitt durch die Knospe als blosse Protuberanzen an der Spitze des Stempels erschienen, enthalten gewöhnlich schon mit Kalk erfüllte, alle Erscheinungen der späteren Stadien zeigende Cystolithen. Es ist bei diesen Pflanzen ausserordentlich schwierig, die ersten Anlagen dieser Gebilde aufzufinden. Nur bei zwei Pflanzen aus dieser Gruppe, nämlich bei ***Ruellia picta*** Bot. cab. und ***Cyrtanthera magnifica*** Nees., gelang es mir, dieselben mit voller Sicherheit nachzuweisen. Bei ***Goldfussia glomerata*** Nees. glaube ich sie ebenfalls gesehen zu haben, doch konnte ich es hier nicht mit voller Sicherheit entscheiden. Die ersten Anlagen der Cystolithen erscheinen hier nämlich in den Zellen des Urparenchyms oft schon ganz nahe an der Vegetationsspitze als ganz winzige locale Verdickungen der Zellwand (Fig. 13, 14). Die mittelst eines Mikrometers gemessenen Gebilde dieser Art hatten eine Länge von 0·003—0·004 Millimeter, es gehörten die schärfsten Objective dazu, diese Dinge zur Ansicht zu bringen. (Ich arbeitete mit den Immersionssystemen Nr. 9 und 10 von Hartnack.) In diesem Zustande erwiesen sich die Cystolithen selbst bei Anwendung der stärksten mir zu Gebote stehenden Vergrösserung (Immersionssystem Hartnack Nr. 15 und holosterisches Ocular) als vollständig structurlos, sie zeigten sich auf Anwendung von Chlorzinkjodlösung als reine Cellulose und enthielten noch keine Spur von Kalk. Die Schacht'sche Angabe, dass sich die Cystolithen überall in gleicher Weise ausbilden, wird, was die erste Anlage betrifft, hiedurch allerdings bestätigt, wenn derselben damals auch keine Beobachtung zu Grunde lag. Dagegen geht die weitere Entwicklung in ganz anderer Weise vor sich als bei ***Ficus***; schon in dem zweiten oder dritten Internodium von der Spitze aus gezählt, erscheinen die Cystolithen in ihrer fertigen Gestalt. Ein Stiel ist hier nur in den seltensten Fällen zu beobachten, da die Zellmembran den Cystolithen überall eng anliegt. In welcher Weise die weitere Entwicklung der Pflanze eine Veränderung der Cystolithen im Gefolge hat, konnte ich nicht entscheiden, nur so viel ist wohl sicher, dass die Cystolithen, auch nachdem schon kohlensaurer Kalk in ihnen zur Ablagerung gekommen ist, noch bedeutend an Grösse zunehmen. Ob dieses Wachsthum

nur durch Einlagerung von kohlensaurem Kalke, oder, was allerdings wahrscheinlicher ist, auch durch Hinzutreten organischer Substanz bewirkt wird, ob bei jenen Cystolithen, welche sich in Geweben befinden, deren Elemente stark in die Länge gezogen sind, der Stiel wirklich zerstört wird, und in welcher Weise dies geschieht, das sind hingegen Fragen, deren Beantwortung erst nach weiteren Beobachtungen möglich sein wird.

VI.

Vorkommen der Cystolithen und verwandte Bildungen.

Wie schon mehrfach erwähnt, beschränkt sich das Vorkommen der Cystolithen ausschliesslich auf die beiden Abtheilungen der Urticineen und Acanthaceen; die erste der beiden Gruppen in jener Fassung, in welcher sie Hanstein als 58. Ordnung seines Systemes aufstellt, welche gleichbedeutend mit De. Candolle's Familie gleichen Namens erscheint. Nach Wedell, welcher sich mit dieser Behauptung auf seine ausgedehnten Untersuchungen über die Familie der Urticaceen stützt, gibt es überhaupt keine Pflanze aus dieser Familie, welche keine Cystolithen enthält. Hiebei denkt Wedell jedoch nur an die Familie der Urticaceen in dem Sinne der neueren Systematiker, wie er ja überhaupt nur diese zum Gegenstande seiner Monographie sich erwählte. Nach Payen fehlen sie dagegen zwei Arten von *Dorstenia*, sowie den Gattungen *Ulmus* und *Platanus*. *Dorstenia* habe ich nicht untersucht, dagegen fand ich bei *Ulmus* und *Platanus* wirklich keine Cystolithen, so dass es allerdings den Anschein hat, als würden einige Urticineen keine derartigen Gebilde enthalten. Bei den Acanthaceen ist dies mit Sicherheit der Fall. Mehrere Arten aus dieser Familie enthalten gar keine Cystolithen, während gerade andere sie in sehr grosser Menge aufweisen. Schon Schacht gibt an, dass *Justicia purpurascens* Ham. der Cystolithen vollständig entbehre; dasselbe bemerkt Wedell über *Acanthus mollis* L. und über die Gattung *Acanthus* überhaupt; für die letztere Pflanze kann auch ich diese Angabe mit Rücksicht auf meine eigenen Untersuchungen vollkommen bestätigen und noch

Geissomeria longiflora R. Br. als vollkommen cystolithenfreie Pflanze aus dieser Familie anführen. Schacht spricht die Ansicht aus, [1] als würde das Vorkommen von Cystolithen mit dem Vorkommen von farblosen Stärkekörnern in der Art zusammenhängen, dass eines das andere ausschliesst, und führt als einziges Beispiel einer solchen Stärkekörner enthaltenden Acanthacee die oben genannte *Justicia purpurascens* Ham. an, bei welcher er keine Cystolithen entdeckte. Bei den meisten Acanthaceen findet sich auch wirklich neben den Cystolithen Stärke gar nicht oder nur sehr spärlich vor, so dass es selten gelingt, dieselbe mit Sicherheit nachzuweisen; aber gerade bei einer Pflanze, bei welcher Cystolithen in besonders auffallender Menge erscheinen, nämlich bei *Goldfussia glomerata* Nees., erscheint farblose Stärke in solcher Menge, dass wohl von einem gegenseitigen Ausschliessen des Vorkommens dieser beiden Körper keine Rede sein kann. Es wäre vielleicht noch zu bemerken, dass bei einer Pflanze, welche Endlicher als „*dubii ordinis*“ zwischen Scrophularineen und Acanthaceen anführt, bei *Sanchezia glaucophylla* Hort. Cystolithen in grosser Menge auftreten. Es wäre dies der einzige beobachtete Fall eines solchen Vorkommens bei einer Scrophularinee. Bei der geringen physiologischen Bedeutung, die man für diese Körper im Kampfe um's Dasein voraussetzen kann, dürften gerade sie sich in systematischer Beziehung verwerthen lassen, und in dieser Hinsicht wäre die genannte Pflanze wohl den Acanthaceen zuzurechnen.

In diesen beiden Gruppen des Pflanzenreiches sind aber auch noch die Gewebe zu besprechen, welche Cystolithen führen. Bei der Besprechung der Structurverhältnisse war es unvermeidlich, die Vertheilung dieser Körper in rohen Umrissen zu besprechen, eingehendere Angaben aber schienen besser an diesen Platz zu passen, da manche Bemerkungen über die morphologische und physiologische Bedeutung sich innig an die Besprechung dieser Verhältnisse anschliessen.

Die Ordnung der Urticineen nämlich enthält mit Ausnahme der schon mehrmals genannten Gattungen *Pilea*,

---

[1] l. c. p. 149.

Elatostemma und *Myriocarpa* ausschliesslich Pflanzen, bei denen das Vorkommen der Cystolithen auf die Oberhaut der Blätter beschränkt ist. Bei *Pilea* hingegen finden sich Cystolithen durch den ganzen Pflanzenkörper vertheilt, zunächst auch in der Oberhaut der Blätter, aber auch im Rindenparenchym und im Marke des Stengels. Bei *Elatostemma* und *Myriocarpa* hatte ich keine Gelegenheit, die Verhältnisse selbst zu untersuchen, und kann mich nur auf die Angabe Wedell's, dass sich diese Gattungen wie *Pilea* verhalten, stützen. Da sich jedoch diese Bemerkung zunächst nur auf die Gestalt der Cystolithen bezieht, so wäre es immerhin möglich, dass die Gewebe der Stengel hier derselben entbehren. Die Gattung *Pilea*, vielleicht im Vereine mit den oben genannten Verwandten, bildet so, was die Verbreitung der Cystolithen im Pflanzenkörper betrifft, den Übergang zu den Acanthaceen, wo sich in verschiedenen Gattungen fast in allen Geweben Cystolithen vorfinden. Ich möchte in dieser Beziehung nur den Holztheil der Gefässbündel ausnehmen, welcher, soweit meine Beobachtungen reichen, nie Cystolithen enthält. In allen anderen Geweben lassen sich wenigstens in ein oder der anderen Species dieser Familie derlei Gebilde nachweisen. Die an Cystolithen reichsten Acanthaceen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, waren: *Goldfussia glomerata* Nees., *Ruellia picta* Bot. cab., *Fittonia Verschaffetii* Hort. und *argyroneura* Hort., sehr häufig finden sich dieselben auch bei *Sanchezia glaucophylla* Hort. Bei allen diesen Pflanzen sind sie im Collenchym, im Rindenparenchym, in den parenchymatischen Elementen des Basttheiles der Gefässbündel der Blätter und Stengel und im Marke zu finden, ja sogar im Pallisadenparenchym der Blätter treten dieselben auf, doch finden sie sich merkwürdigerweise gerade bei diesen Pflanzen sehr spärlich in der Oberhaut; ja bei mehreren dieser Arten fehlen sie diesem Gewebe ganz, eine Erscheinung, welche schon von Schacht für *Justicia sanguinea* Willd. angegeben wurde und welche ich selbst auch bei den beiden genannten Arten von *Fittonia* beobachtete, ungeachtet des Umstandes, dass die Cystolithen hier im übrigen Pflanzenkörper in so grosser Menge auftreten. Das Vorkommen der Cystolithen variirt übrigens selbst in den Grenzen ein und derselben Gattung

sehr bedeutend. Schon Schacht führt an, dass *Justicia purpurasceus,* Ham. gar keine derartigen Körper enthalte, während sie bei anderen Arten derselben Gattung sehr zahlreich vorkommen. Ebenso ist ihr Vorkommen bei der Gattung *Goldfussia* ein sehr Verschiedenes. Bei *G. glomerata* Nees. treten dieselben im Marke besonders häufig auf, bei *G. isophylla* Nees. und *anisophylla* Nees. fehlen sie diesem Gewebe ganz; dagegen finden sie sich in noch grösserer Menge im Collenchym. Überhaupt hat es den Anschein, als wenn gerade dieses Gewebe, und zwar insbesondere die beiden Grenzen desselben, bei den Acanthaceen der Hauptsitz der Cystolithen wäre, wenigstens gelang es mir bei allen Pflanzen dieser Familie immer zuerst in diesem Gewebe dieselben nachzuweisen, wenn die betreffende Pflanze überhaupt welche enthielt. Der Vollständigkeit wegen sei noch erwähnt, dass bei Acanthaceen die Cystolithen nicht auf oberirdische Theile beschränkt sind, sondern auch in der Wurzel, wenn auch selten, vorkommen. Beispiele hiefür sind: *Goldfussia anisophylla* Nees., *G. glomerata* Nees. und *Ruellia picta* Bot. cab.

Das verschiedene Vorkommen der Cystolithen bei diesen beiden Hauptgruppen ist von umso grösserem Interesse, als dasselbe schon in der frühesten Jugend sich kund gibt und es dürfte vielleicht gerade aus diesem Grunde die Ansicht gerechtfertigt sein, dass die Beziehung derselben zu den morphologischen Verhältnissen der Pflanze nicht überall dieselbe ist. Schon Schleiden[1] führt die Cystolithenbildung der Urticineen auf eine Metamorphose von Haargebilden zurück, und zwar beruft er sich auf eine Erscheinung, welche bei den Borragineen auftritt, dass sich nämlich die Haare mit einer Füllmasse füllen, welche denselben jenes Aussehen verleiht, welches die Haare von *Ficus Carica* L., in deren unterem Theile sich bisweilen ein Cystolith entwickelt, bisweilen nur durch ein solches Gebilde, wie bei *Broussonetia*, vertreten wird, bieten. Mit Rücksicht hierauf spricht Schleiden alle Cystolithen als gesetzmässig unentwickelte Brennhaare an. Nach seiner Ansicht entwickelt sich nämlich nur die Basis des Haares und das Secret verkalkt. Diese Ansicht wird von Schacht aus dem Grunde einfach

---

[1] Grundzüge I. p. 329. 2. Aufl.

zurückgewiesen, dass in den inneren Geweben der Pflanzen auch Cystolithen vorkommen und diese Annahme daher als unbegründet erscheine. Wiewohl Schacht selbst zugibt, dass für diese Bildungen in der Epidermis nicht viel gegen diese Ansicht einzuwenden ist, und in späterer Zeit Wedell auf den Zusammenhang zwischen Cystolithen und Haaren abermals aufmerksam macht, so wird doch in der neueren Literatur dieser Punkt fast gänzlich übersehen, und nur H. v. Mohl weist in seiner öfter citirten Abhandlung über Verkieselung [1] abermals auf die den Cystolithen verwandten Bildungen bei Borragineen und Compositen hin, während selbst A. Weiss in seiner grossen Arbeit über Pflanzenhaare [2] sich damit begnügt, diese Literaturangaben zu citiren, ohne sich irgendwie näher über diesen Gegenstand auszusprechen. Diese Umstände, sowie die Angabe in Wolff's Arbeit über Pflanzenaschen, dass die Borragineen sehr reich an Kalk seien, veranlassten mich, diese Gebilde bei den genannten Familien genauer zu untersuchen, umsomehr als die oben erwähnte Ausfüllung der Spitze des Haares bei ***Broussonetia***, *Urtica nivea* L. und ***Ficus Carica*** L. (Fig. 17), welche in ihrer Structur vollständig mit den Cystolithen übereinstimmt und jedenfalls diesen zuzurechnen ist, fast ganz dasselbe Bild gab, wie jene Haare (Fig. 15, 16). Alle diese Haare sind von einer Füllmasse erfüllt, welche, wie die Reactionen gegen Salzsäure und Schwefelsäure zeigen, sehr reich an kohlensaurem Kalke ist. Es handelte sich nun darum, zu zeigen, ob nicht etwa auch hier der kohlensaure Kalk in eine organische Grundmasse eingebettet sei; die Beobachtung von Querschnitten auf Anwendung von Chlorzinkjodlösung zeigte jedoch, dass die Haare nach Anwendung von Salzsäure im Innern hohl seien. Am deutlichsten zeigte sich dieses Verhältniss bei Vergleichung dieser Haare mit jenen von ***Ficus Carica*** L., bei welcher Pflanze das Auftreten dieser Gebilde noch dadurch von Interesse wird, dass ausserdem noch regelmässig ausgebildete Cystolithen in gewöhnlichen Oberhautzellen vorkommen. Jene Haare der Borragineen

---

[1] Botanische Zeitung 1861.

[2] Veröffentlicht in Karsten, Botanische Untersuchungen. I. Band. p. 369.

sind somit nicht den Cystolithen im eigentlichen Sinne zuzurechnen. Bei Veraschungsversuchen zeigte sich die Zellmembran des Haares stark verkieselt, während sich der Inhalt auf Zusatz von Salzsäure unter lebhafter Gasentwicklung auflöste. Es zeigt sich somit, dass diese Bildungen zwar den Cystolithen sehr nahe verwandt, aber doch nicht mit ihnen zu identificiren sind, jedenfalls erscheint aber die Schleiden'sche Ansicht insoferne gerechtfertigt, als eine so grosse Ähnlichkeit zwischen den Cystolithen und jenen Haaren besteht, dass man wohl füglich auf eine analoge Entstehungsweise schliessen kann, wenn man auch nicht gerade unentwickelte Brennhaare in den Cystolithen erblickt.

Anders verhält es sich mit den Cystolithen der inneren Gewebe. Schacht weist in Bezug auf diese auf die grossen in Zellstoff gebetteten Krystalle citronensauren (?) Kalkes in den Zellen der Blätter mehrerer *Citrus*-Arten hin und erblickt in ihnen Analoga der Cystolithen. Duchartre sieht hingegen in den in Zellstoff eingelagerten und im Innern der Zellen aufgehängten Krystalldrusen oxalsauren Kalkes im Marke von ***Kerria japonica*** Dec. und ***Ricinus communis*** L. den Cystolithen verwandte Bildungen. Dieser Ansicht schliesst sich auch Hofmeister[1] an. In späterer Zeit wurden diese beiden Vorkommnisse genauer, namentlich entwicklungsgeschichtlich untersucht und so mehrere neue Verhältnisse aufgedeckt, welche ihren Zusammenhang mit den Cystolithen sehr in Frage stellen. Das Vorkommen der Krystalle in *Citrus* wurde von Pfitzer[2] genauer untersucht und nachgewiesen, dass diese Krystalle zuerst frei in der Zelle entstehen, dann mit einer Zellstoffhülle überzogen werden, welche erst nachträglich mit einer immer an der Aussenseite der Zelle entstehenden Verdickung der Zellmembran in Verbindung tritt. Auch bestehen diese Krystalle aus oxalsaurem und nicht, wie Schacht vermuthet, aus citronsaurem Kalk.

Die Verwandtschaft dieser Krystalle mit den Cystolithen erscheint nun schon aus dem Grunde zweifelhaft, als die Bildung

---

[1] Handbuch der physiol. Botanik. I. 1. S. 181.

[2] Flora, 1872. p. 97.

der letzteren immer von der Zellwand ihren Ursprung nimmt. In der Beziehung scheint die Ansicht Duchartre's und Hofmeister's mehr Berechtigung zu haben, indem von dem Entdecker[1] der Krystalldrusen in *Kerria* und *Ricinus* bei Veröffentlichung ihrer Entwicklungsgeschichte[2] dargelegt wird, dass dieselben ursprünglich in der Zellmembran selbst entstehen und erst durch Streckung der Zellen in das Innere derselben gerückt werden, während sie durch Zellstoffbalken mit der Wand verbunden bleiben. Solche Gebilde wurden von De la Rue[3] auch im Marke von *Hoya carnosa* R. Br. entdeckt. Ebenso fand Poulsen[4] in den Inflorescenzaxen der Phaseoleen derlei Gebilde vor, und man dürfte wohl keinen grossen Fehler begehen, wenn man viele der Fälle, wo Krystalle in die Zellmembran eingebettet auftreten, auch hieher rechnet; dieses Vorkommen wurde von Solms-Laubach einer eingehenderen Untersuchung unterzogen.[5] Alle diese Verhältnisse lassen wohl mit Bestimmtheit annehmen, dass die Bildungen von den Cystolithen strenge zu scheiden sind.

Über die Veranlassung der Cystolithenbildung vermag ich jedoch keine Behauptung aufzustellen. Vielleicht, dass der Kalk in den frühesten Jugendzuständen der cystolithenführenden Zellen in einer Verbindung auftritt, welche diese eigenthümliche Verdickung der Zellwand veranlasst. In den ersten Entwicklungsstadien ist kohlensaurer Kalk nicht nachzuweisen, aber bei der raschen Vergrösserung tritt derselbe reichlich auf. Immerhin liegt die Vermuthung nahe, dass die reichliche Kalkzufuhr das locale Wachsthum der Wand begünstige, beweisen konnte ich es aber nicht.

Schliesslich seien hier noch einige Mineralgehaltsbestimmungen der Trockensubstanz einiger Pflanzen angegeben, welche zeigen mögen, dass zwar alle die cystolithenführenden Pflanzen eine ausserordentliche Menge Mineralsubstanz

---

[1] Rosanoff. Botanische Zeitung. 1865. p. 329.

[2] Botanische Zeitung, 1687. p. 41.

[3] Botanische Zeitung, 1869. p. 538.

[4] Flora, 1877. p. 45.

[5] Botanische Zeitung, 1871. p. 509.

enthalten, dass jedoch diese allein auch nicht für das Vorkommen derselben entscheidend sei.

†) *Urtica dioica* L. (Blätter)	17·82%	Reinasche
†) *Humulus Lupulus* L. (Blätter)	18·04%	„
†) Maulbeeren (Blätter)	10.89%	„
Pilea sp. (Blätter und Stengel.)	20·85%	Rohasche
Ficus elastica Roxb. I. Blatt	7·43%	„
II. Blatt	8·32%	„
Mittel	7·88%	„
gigantea H. B. (Blatt)	7·72%	„
stipulata Thunb. (Blätter)	11.76%	„
†) *Carica* L. (Blätter)	10·74%	„
Goldfussia anisophylla Nees. (Gr. Blätter)	25.72%	„
(Stengel)	9·67%	„
glomerata Nees. (Blätter)	16·22%	„
(Rinde)	16·12%	„
(Holz)	5·23%	„
(Mark)	8·06%	„
Ruellia picta Bot. cab. (Blätter)	24·81%	„
Cyrtanthera magnifica Nees. (Blätter)	17·20%	„
Fittonia Verschaffeltii. Hort. (Blatt)	20·89%	„
Sanchezia glaucophylla Hort. (Blätter)	28·45%	„
Geissomeria longiflora R. Br. (Blätter)	17·76%	„
†) *Citrus Aurantium* L. (Blätter)	13·75%	„
†) *Senecio Jacobaea* L.	23·24%	Reinasche
†) *Myosotis arvensis* Rchb.	17·85%	„
†) Tabak (Blätter)	18·41%	„

Wiewohl nun *Geissomeria longiflora* R. Br., *Citrus Aurantium, Senecio Jacobaea, Myosotis arvensis* und *Nicotiana* keine Cystolithen enthalten, ist doch ihr Mineralgehalt ein bedeutender. Hier wird die Mineralsubstanz nur in anderer Form abgelagert.

Unter den Cystolithen führenden Pflanzen hingegen sind einige, wie *Ficus elastica* Roxb. und *Ficus gigantea* H. B., welche verhältnissmässig geringen Mineralgehalt aufzuweisen

† Die mit diesem Zeichen versehenen Angaben sind Wolff's „Pflanzenaschen" entnommen, die anderen meinen eigenen Beobachtungen.

haben, was wohl damit zusammenhängen dürfte, dass hier die Cystolithen auf einzelne Oberhautzellen beschränkt sind, somit eine im Ganzen sehr geringe Verbreitung besitzen. Jene Pflanzen, welche Cystolithen in grösserer Menge enthalten, zeigen alle auch einen sehr grossen Gehalt an Mineralsubstanz, ja es gehören die höchsten Ziffern, welche in dieser Hinsicht für lebende vegetative Pflanzentheile ermittelt wurden, hieher. *Equisetum Telmateia* L., welches einige dieser Pflanzen an Mineralreichthum übertrifft, verdankt diesen der grossen Menge von Kieselsäure, welche sich in demselben vorfindet.

Fassen wir nun den Inhalt dieser Abhandlung in Kürze zusammen, so zeigt sich, dass die Cystolithen zunächst in zwei ziemlich verschiedene Gruppen zerfallen. Die aus der einen Gruppe sind auf die Oberhaut beschränkt, sie treten in einer verhältnissmässig späten Zeit auf, haben stets einen deutlichen Stiel, zeigen eine concentrische Schichtung, welche von einer zu diesen Schichten senkrechten Streifung durchsetzt ist, und die unorganische Substanz derselben besteht neben kohlensaurem Kalke allem Anscheine nach auch aus Kieselsäure. Diese Gebilde erscheinen mit Rücksicht auf verwandte oder doch äusserlich ähnliche Bildungen in anderen Familien des Pflanzenreiches von allgemein morphologischem Standpunkte aus, als innere Vorsprungsbildungen der Zellmembran der Oberhautzellen oder trichomatischer Gebilde; sie sind auf die Ordnung der Urticineen beschränkt.

Die zweite Gruppe umfasst die Cystolithen von spindel- oder keulenförmiger Gestalt. Sie finden sich in Blättern, Stengeln und Wurzeln und fehlen mit Ausnahme des Xylems gar keiner Gewebeart dieser Organe vollständig. Diese Gebilde zeigen nur sehr selten einen deutlichen Stiel; sie sind zwar auch aus concentrischen Schichten zusammengesetzt, diese werden aber nicht von einer Streifung, sondern von radial angeordneten Hohlräumen durchsetzt, welche mit kohlensaurem Kalke erfüllt sind. Diese Cystolithen treten als zarte innere Vorsprungsbildungen der Zellwand schon sehr frühzeitig im Pflanzengewebe auf,

führen aber im entwickelten Zustande eine verhältnissmässig viel geringere Menge organischer Substanz, als jene der ersten Gruppe und enthalten keine Kieselsubstanz. Sie sind am meisten verbreitet in der Familie der Acanthaceen, doch finden sie sich auch bei den Gattungen *Pilea*, *Elatostemma* und *Myriocarpa* aus der Familie der Urticaceen.

Endlich wurde gezeigt, dass sich alle Cystolithen im polarisirten Lichte doppelt brechend erweisen, sie zeigen im unverletzten Zustande und noch deutlicher nach Entfernung des kohlensauren Kalkes, eine Aufhellung des Gesichtsfeldes und ein deutliches Polarisationskreuz. Diese Gebilde sind auf die Ordnung der Urticineen und die Familie der Acanthaceen beschränkt; die Pflanzen, welche diese Gebilde enthalten, zeichnen sich dann immer durch einen bedeutenden Gehalt an unorganischer Substanz aus.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 und 2. Hufeisenförmige Cystolithen aus dem Marke von *Fittonia Verschaffeltii*. Hort.

Fig. 3 und 4. Verästelte Cystolithen aus derselben Pflanze.

Fig. 5 bis 7. Haare von *Broussonetia papyrifera* Velt. mit mehreren Cystolithen. Fig. 5 Haare von der Unterseite des Blattes mit zwei Cystolithen. Fig. 6 und 7. Haare von der Oberseite des Blattes mit drei Cystolithen. In Fig. 7 ist der eine Cystolith durch die Füllmasse *a* ersetzt.

Fig. 8—9. Cystolith aus dem Rindenparenchym von *Sanchezia glaucophylla* Hort. in der Längsansicht, Fig. 9 mit Salzsäure behandelt.

Fig. 10 und 11. Cystolith aus dem Marke von *Ruellia picta* Bot. cab., quer durchschnitten, Fig. 11 nach Behandlung mit Salzsäure.

Fig. 12. Derselbe Cystolith im polarisirten Lichte bei gekreuzten Nicols.

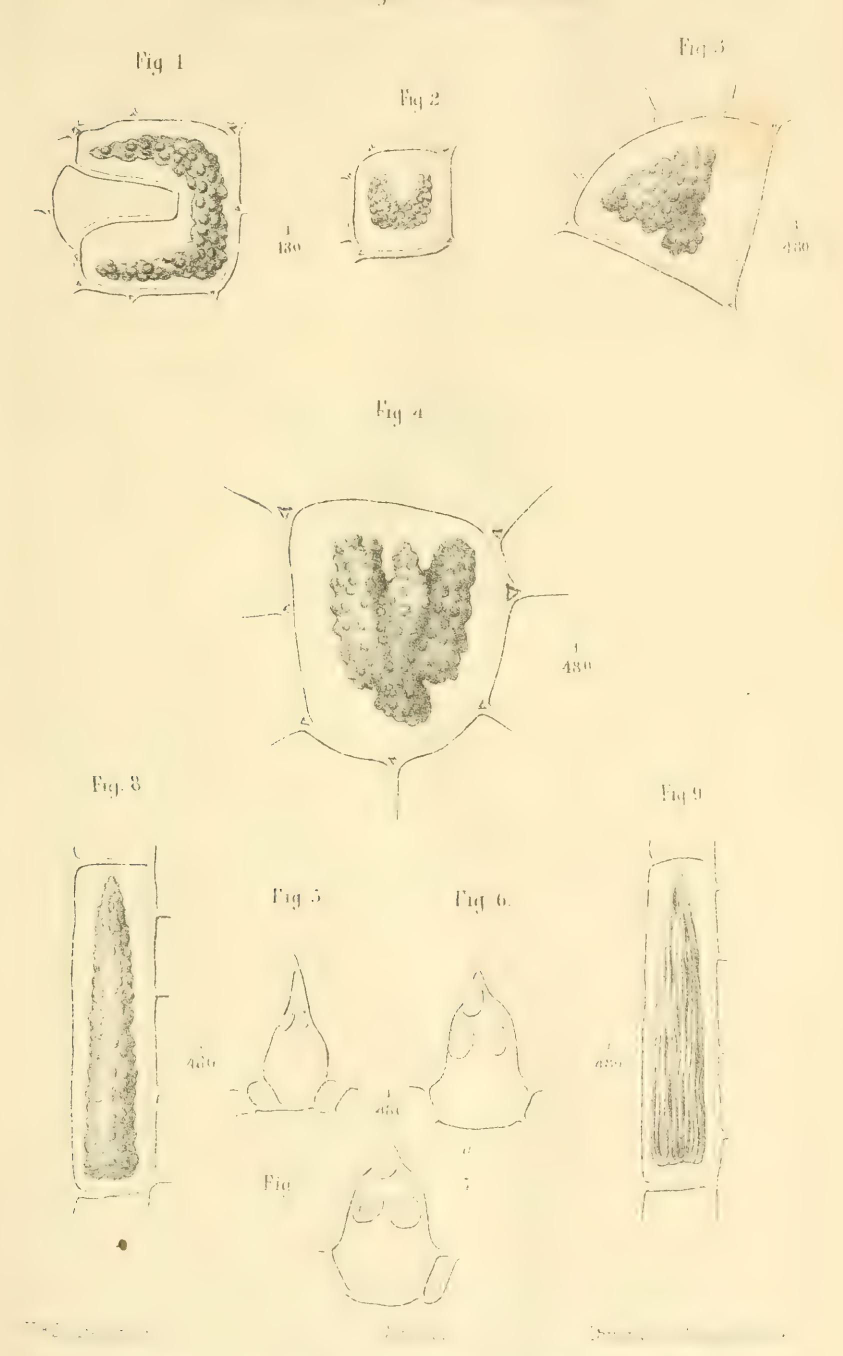
Fig. 13 und 14. Erste Anlagen von Cystolithen. Fig. 13 bei *Ruellia picta* Bot. cab., Fig. 14. Bei *Cyrtanthera magnifica*. Nees.

Fig. 15 und 16. Haar von *Lithospermum arvense*, L. Fig. 16 nach Behandlung mit Salzsäure. Fig. 15 von aussen gesehen; Fig. 16 im optischen Durchschnitte.

Fig. 17. Haar von *Ficus Carica*. L. mit Salzsäure behandelt.

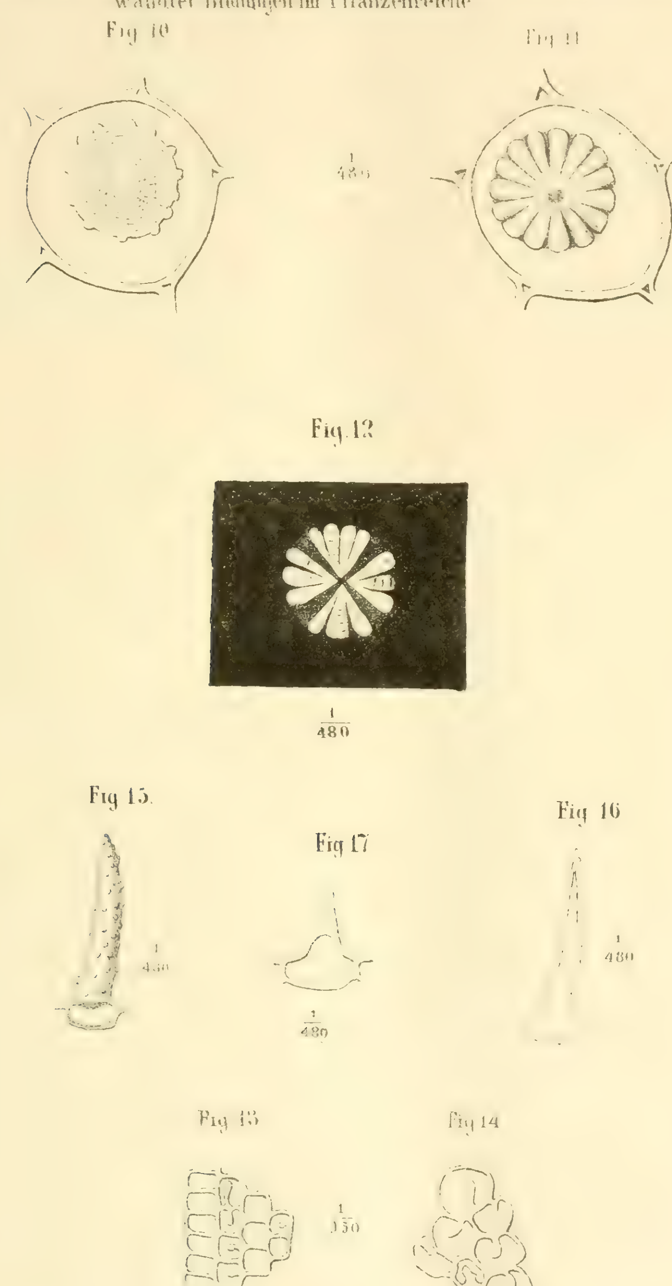
Taf I

K. Richter, Beiträge zur genaueren Kenntniss der Cystolithen und einiger verwandter Bildungen im Pflanzenreiche





K. Richter, Beiträge zur genaueren Kenntniss der Cystolithen und einiger verwandter Bildungen im Pflanzenreiche





Zur Genesis der Salzablagerungen, besonders jener im nordamerikanischen Westen.

Von **F. Pošepný.**

Die wissenschaftliche Erforschung des vor etwa 30 Jahren noch gänzlich unbekannten Gebietes im Westen Nordamerikas schreitet mit beispielloser Raschheit vorwärts, und es dürfte wohl an der Zeit sein, die hier gewonnenen Resultate bei der Behandlung gewisser geologischen Fragen zu berücksichtigen. Durch eine Bereisung dieser Gegenden angeregt, will ich vorläufig nur eine einzelne Erscheinung, welche aber für einen grossen Theil dieses Gebietes einen geradezu charakteristischen Zug repräsentirt, nämlich die unter unseren Augen vor sich gehenden Salzablagerungen, hervorheben, und eine Erklärung einiger, damit zusammenhängender Phänomene in Bezug auf ihre Genesis versuchen. Es betrifft das Gebiet, innerhalb welchem die atmosphärischen Niederschläge keinen Abfluss ins Meer haben, sondern sich auf den tiefsten Stellen des Terrains in Binnenseen von grösserer oder geringerer Beständigkeit und Ausdehnung sammeln, und welches man wegen dem vorwaltenden Steppen- und Wüstencharakters vielleicht am passendsten unter dem Namen w e s t a m e r i k a n i s c h e s W ü s t e n b e c k e n zusammenfassen kann.

Der Westen der Vereinigten Staaten von Nordamerika ist im Gegensatze zum Osten ein eminentes Hochland, von den Rocky Mountains im Osten und der Sierra Nevada im Westen begrenzt und von einer grossen Zahl anderer Gebirgsketten durchzogen, liegen seine tiefsten Terrainpunkte in 1180 und 1280 Meter Meereshöhe. Der bei weitem grösste Theil des von der Communication mit dem Ocean ausgeschlossenen Gebietes oder des Wüstenbeckens liegt auf diesem Hochlande und nimmt

den Westen von Utah, ganz Nevada, den Südwesten von Oregon und den Nordosten von Californien ein. Ein kleiner Theil davon in Südostcalifornien liegt aber ausserhalb des Hochlandes, und seine tiefsten Punkte reichen sogar 10 und 45 Meter unter den Meeresspiegel. Die von den Wüstenbecken eingenommene Fläche ist ungefähr so gross, wie jene der österreichisch-ungarischen Monarchie, und besteht eigentlich aus drei Complexen: jenem von Utah, dem davon getrennten Becken von Nevada sammt einigen Theilen von Oregon und Californien, und dem südcalifornischen Tieflandbecken.

Am besten bekannt ist das Wüstenbecken von Utah, welches sich zwischen dem Wahsatch-Gebirge und einer an der Grenze von Nevada liegenden Terrainanschwellung erstreckt.

Das ganze Terrain ist ein Wechsel von nahezu parallelen Gebirgsketten und flachen breiten Thälern. Erstere erheben sich 1000 bis 1800 Meter über die letzteren, so dass die Kämme etwa 3000 Meter über dem Meere liegen. Die Gebirgsketten bestehen vorwaltend aus paleozoischen Schichtgesteinen mit zahlreichen Eruptivgesteinsdurchbrüchen, die Ebenen sind aber aus ganz jungen, nahezu horizontalen, vorwaltend recenten Ablagerungen zusammengesetzt. Von mezozoischen Bildungen ist bloss Trias, in den Humboldmountains in der Facies von Hallstädter Kalk nachgewiesen worden.

Jura, Kreide und die ältere Tertiärformation, welche jenseits des Wahsatch in grosser Entwicklung angetroffen wurde, fehlt im Bereiche des eigentlichen Wüstenbeckens gänzlich. Die Breite der Thäler beträgt häufig über 20, oft an 30 Kilometer, das Gefälle der sie entwässernden Flüsse ist in der Regel sehr gering, der Wasserverlauf ein ganz merkwürdiger, indem der Fluss bei dem Übergange aus einem Thale in das andere seinen Lauf in ganz entgegengesetzter Richtung nimmt; so dass zuweilen wie beim Sevier- und Bear-Flusse der Unterlauf trotz des mehrere Hundert Kilometer weit zurückgelegten Weges nicht fern vom Oberlaufe zu liegen kommt. Vergleicht man ferner die geologische Zusammensetzung und die Tektonik dieser beiden Factoren, der Gebirgszüge und der Thäler mit einander, so kommt man zu der Überzeugung, dass man es mit einem Thal- und Gebirgssysteme zu thun hat, dessen Thäler nachträglich

verschlämmt wurden, wobei gegenwärtig nur die Gipfel und Kämme der einstigen grossartigen Gebirgsketten aus den Absätzen hervorragen. Es muss hier offenbar einst ein sehr regelmässiges Flussnetz bestanden haben, welches, wie die Erosionswirkungen andeuten, mit dem Meere communicirte, und welches erst nachträglich, ja sogar in einer verhältnissmässig jungen Zeitperiode, von Störungen getroffen wurde, welche die einzelnen einst zusammenhängenden Flussläufe trennten und die Verbindung mit dem Meere unterbrachen.

Das Gebiet hat vier grössere Seen, wovon zwei: der Utah- und Bear-See einen Abfluss haben, mithin Süsswasser enthalten, die andern zwei, der Sevier und der Grosse Salzsee sind hingegen echte Salzseen. Den tiefsten Punkt des Terrains nimmt der Grosse Salzsee ein, während der Sevier-See etwa 120 Meter höher liegt. Letzterer hatte einst einen Abfluss, dessen Spuren noch gegenwärtig in dem sogenannten Old River bed wahrgenommen werden können, und enthielt also einst, ebenso wie jetzt der Utah-See süsses Wasser.

Jedem denkenden Besucher dieser Gegend sind die ausgezeichnet erhaltenen alten Uferlinien aufgefallen, welche rings um das Seebecken verlaufen, und es waren die Geologen der Wheeler'schen Expedition, welche dieselben zum Gegenstande eines eingehenden Studiums machten. Die höchste dieser Uferlinien wurde in der Höhe von 295 Meter über dem Spiegel des Grossen Salzsees, welcher im Mai 1873 mit 1283 Meter Seehöhe bestimmt wurde, gefunden, und damit auch der höchste Stand der Gewässer in diesem Becken fixirt. Das Ufer dieses grossen Binnensees, welchem J. K. Gilbert zu Ehren B. L. E. Bonneville's der 1833 zuerst zuverlässige Nachrichten über die Umgebung des grossen Salzsees lieferte, den Namen Bonneville-See gab, reichten natürlich weit in die den grossen Salzsee umgebenden Thäler, und umschlossen sowohl den Utah als auch den Sevier-See.[1] Der Grosse Salzsee hat eine Fläche von circa 5000 Quadratkilometer, also ungefähr die Grösse von Österr.-

---

[1] Report upon Geogr. and Geol. Explorations and Surveys West of the 100th. Meridian in Charge of Lieut. Geo. M. Wheeler, III Volum. Geology pag. 88.

Schlesien. Der Bonneville-See hatte nach J. K. Gilbert 46.000 Quadratkilometer, bedeckte also eine neunmal grössere Fläche. Ersterer hatte eine Maximaltiefe von 11, und eine durchschnittliche Tiefe von 4 Meter, wogegen sich dieselben Dimensionen bei dem Bonneville-See mit circa 306 und 120 Meter ergeben, so dass sich die Volumen beider wie 1 : 280 verhalten.

Die Absätze des Bonneville-Sees sind vorzugsweise Mergel, welche einestheils in oolitische Sandsteine, anderentheils in Salzthone übergehen. Sie enthalten Petrefacte von einer geringen Zahl von Arten, ober einer grossen Zahl von Individuen. Es sind vorzüglich *Limnaea desidiosa* Say., *Pomatiopsis lustrica* Say., *Amnicola cincinnatiensis* Anth., *Succinea lineata* Binn und *Cypris?* Durchaus recente Formen, und zwar Land- und Süsswasserbewohner. Wollte man, wie dies wohl zuweilen geschieht, aus dem Charakter dieser Fossilreste auf die Beschaffenheit des Bonneville-See Wassers schliessen, so müsste dieser Süsswasser enthalten haben. Dieser Schluss wäre aber ganz ungerechtfertigt, denn man findet dieselben Fossilien in den gegenwärtigen Absätzen ganz entschiedener Salzseen, in denen überhaupt kein organisches Leben mehr möglich ist. Sie sind nämlich von den Flüssen, die in den See münden, eingeschwemmt worden, wie z. B. am Sevier-See, wo J. K. Gilbert nebst Fischen und von Bibern angenagten Holzscheitern auch Land- und Süsswasser-Schnecken fand (*Limnaea desidiosa* Say., *L. palustris* Müll., *Physa heterostropha* Say. und *Carnifex newberryi* Lea).

An mehreren Punkten fand J. K. Gilbert unterhalb der Absätze des Bonneville-Sees Anhäufungen von Geröllen, welche durch Flüsse hertransportirt wurden, bevor der Seespiegel die höchste Uferlinie erreichte, und er schliesst daraus auf ein allmäliges Wachsen des Sees. Wir haben somit einzelne Daten aus der Zeit des Wachsens und des Maximums des Bonneville-Sees, sowie Daten über die Periode der Abnahme bis zu dem gegenwärtigen durch den Salzsee repräsentirten Stadium gewonnen.

Nun ist aber die Grösse der Wasseransammlung innerhalb eines abgeschlossenen Beckens die directe Folge der jeweilig herrschenden klimatischen Verhältnisse. In der ersten Periode war die Menge der Niederschläge grösser, als die Grösse der

Verdampfung und die Wassermasse des Binnensees nahm fortwährend zu bis zu einem gewissen Maximum, auf welchem es sodann durch längere Zeit stationär blieb. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der See in diesem Niveau einen Abfluss fand, denn es werden von mehreren, mit den Höhenverhältnissen des Terrains vertrauten Personen Punkte namhaft gemacht, an welchen ein solcher Abfluss stattfinden konnte. Indessen ist dieser Gegenstand doch noch nicht ganz festgestellt.

Diese Periode grösseren Niederschlages oder geringerer Temperatur bringt man nun mit der Eiszeit der ostamerikanischen und europäischen Geologen in Zusammenhang. Die Spuren derselben wurden überdies in alten Moränen einiger das Becken von Utah umgebenden Hochgebirge nachgewiesen.

Das Klima der Eiszeit wird überhaupt durch eine, im Verhältnisse zum Breitegrade geringere mittlere Jahrestemperatur charakterisirt. Wenn die Sommerwärme nicht hinreicht, den Winterschnee zu schmelzen, so entstehen andauernde Schneeansammlungen und Gletscher, mag dies durch Erniedrigung der Sommertemperatur, oder durch Erhöhung der Winterniederschläge erfolgt sein. In Rücksicht auf die Entstehung der Wasseransammlung im Bonneville-See muss man also auf eine Periode des Wachsthums der atmosphärischen Niederschläge oder auf eine Verminderung der Verdampfung, und, was nahezu dasselbe ist, auf eine Periode grösserer Feuchtigkeit oder einer verringerten Temperatur der Atmosphäre schliessen.

Es folgte die Periode der Abnahme der Gewässer dieses Binnensees, indem sich ein trockenes Klima einstellte, welches bis in die Gegenwart anhielt, und welches den Bonneville-See auf den 280. Theils eines Volums einzuengen vermochte. Seit Stansburry's Aufnahme des Grossen Salzsees im Jahre 1858 ist zwar sein Spiegel um nahezu 4 Meter gestiegen, dies dürfte aber eher eine vorübergehende Fluctuation, als einen totalen Umschwung der klimatischen Verhältnisse bedeuten.

In der Geschichte dieses Gebietes machen sich also folgende Stadien bemerkbar.

Durch lange Zeiträume war das Terrain ein Alpenland mit hohen Gebirgsketten und einem regelmässigen Thalsysteme, dessen Gewässer sich ins Meer ergossen.

Darauf folgte die Verlegung der Abflüsse gegen das Meer, es bildete sich ein Binnenbecken, in welches die Flüsse einmündeten, wobei die Thalsohlen mit Gesteinsdetritus verschlämmt wurden.

Klimatische Verhältnisse hatten ein Steigen und Fallen des Wasserspiegels in dem Binnensee zur Folge, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass der See bei seinem höchsten Stande einen Abfluss ins Meer hatte.

Diese Periode, innerhalb welcher die Verdampfung die Menge des atmosphärischen Niederschlages nicht bewältigen konnte, dürfte in derselben Zeit stattgefunden haben, innerhalb welcher in grösseren Breiten des Continents eine Vereisung platzgegriffen hat.

In den darauf folgenden Zeiträumen kam ein wärmeres Klima zur andauernden Herrschaft, die Wassermenge wurde durch Überwiegen der Verdampfung über den jährlichen Niederschlag reducirt, und die chemisch gelösten Bestandtheile je nach dem Grade des Sättigungsverhältnisses der einzelnen Salze entweder ausgeschieden, oder in Lösung erhalten.

Von dem Wasser der beiden Seen besitzt man nicht gleichzeitig angestellte Analysen, jene vom Grossen Salzsee von L. D. Gale stammt aus dem Jahre 1850, also aus einer Zeit, wo der Wasserspiegel niedriger stand, als im Jahre 1872 dem Zeitpunkte der von O. Loew angestellten Analyse des Sevier-Seewassers.

	Grosser Salzsee		Sevier-See	
	in 100 Thl. Wasser	in 100 Thl. Salz	in 100 Thl. Wasser	in 100 Thl. Salz
Chlornatrium.	20·20	90·65	6·23	72·11
Chlormagnesium......	0·25	1·11	1·03	11·92
Chlorcalcium.........	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
Schwefelsaures Natron.	1·83	8·24	1·34	15·51
Schwefelsaurer Kalk ..	.....	.....	0·04	0·46
	22·28	100·00	8·64	100·00

Dass die Zusammensetzung dieser beiden seit langen Zeiträumen getrennten Seen nicht gleich ist, wird nicht überraschen,

wohl aber das ungleiche Verhältniss der Chlorverbindungen zu einander.

Frémont beobachtete 1845 an einer seichten Stelle am Westufer des Grossen Salzsees einen Salzabsatz, der indessen bei der nächsten Überfluthung durch das nicht gänzlich gesättigte Wasser aufgelöst werden musste. Gilbert machte darauf aufmerksam, dass in den Sanden des Sevier-Seestrandes Salzabsatz vor sich geht, trotzdem das Seewasser noch weit von dem Sättigungspunkte entfernt ist. Er suchte dies durch die Annahme zu erklären, dass in trockenen Zeiten die Wassercirculation in dem Strandsand einen verkehrten Verlauf nimmt, indem Seewasser in die Sande strömt und dabei durch die hier energischer wirkende Sonnenwärme concentirt wird. Die allenfällig auf diesem Wege entstandenen Absätze mussten aber in feuchten Zeiten, wo süsses oder nur schwach salziges Wasser dem See zuströmt, ebenfalls gelöst werden.

Innerhalb des Utahbeckens bestanden ferner mehrere kleinere Seen, wovon einige bereits ganz ausgetrocknet worden sind.

Das Wüstenbecken von Nevada zeigt einen analogen Bau, wie er soeben skizzirt worden. Die beiden Elemente, die Gebirgsketten, und die zwischen denselben eingeschlossenen Thalebenen haben nahezu dieselbe Zusammensetzung und zeigen einen in den Hauptzügen ganz gleichen Bau. Auch hier sind alte Uferlinien vielfach beobachtet worden, nur ist der Gegenstand noch nicht zusammenhängend dargestellt worden. Wahrscheinlich wird dies durch die Expedition von Cl. King zur Erforschung des Terrains am vierzigsten Parallelkreis geschehen sein, indessen ist der geologische Theil des Berichtes noch nicht publicirt worden.

Es existiren hier mehrere grössere Salzseen, so besonders an dem Ostgehänge der Sierra Nevada, wo in einer Meereshöhe von 1180 Meter der Humbold- und Carson-, und um einiges höher der Pyramid- und Walker-See ziemlich nahe an einander gedrängt sind. Es wird somit die tiefste Stelle des Terrains nicht von einem, sondern von mehreren Seen eingenommen.

In derselben Gegend sowohl, als auch in den meisten östlicher gelegenen Thalebenen finden sich eingedampfte Salzseen ziemlich häufig. Sie präsentiren sich als Salzsümpfe, welche bloss

in der feuchten Jahreszeit etwas Wasser enthalten, sonst aber trocken sind, und werden durch Salzefflorescenzen und Incrustationen bezeichnet, welche den Gegenstand der an mehreren Punkten eingeleiteten Salzgewinnung bilden. Man begnügt sich, diese Salzkrusten, die sich in einigen Tagen oder in einigen Wochen wieder ersetzen, zu sammeln und hat noch auf keinem Punkte die feste Salzlage angegriffen, welche in geringer Tiefe die Salzthone unterlagert. Die bedeutendsten Salzwerke befinden sich am Sandspring Marsh und Big Salt Valley in der Grafschaft Churchill, sowie im Silver Peak und Columbus-Districte in der Grafschaft Esmeralda. Die Mächtigkeit der eigentlichen Salzlager ist noch nirgends bekannt. Man hat an einigen Stellen etliche Meter in ihnen abgeteuft, ohne sie zu durchbrechen, so dass ihre Mächtigkeit jedenfalls eine grössere sein muss.

Das südcalifornische Wüstenbecken ist verhältnissmässig noch wenig bekannt. Es tritt hier die grösste Erhebung innerhalb des Gebietes der Vereinigten Staaten der Mount Whitney mit 4570 Meter ganz nahe an die tiefste Senkung, an das 45 bis 53 Meter unter dem Meeresspiegel liegende Death Valley. Längs der ganzen parallel mit der Sierra Nevada verlaufenden Depressionslinie greift, wie dies übrigens auch im westlichen Theile des Nevadabeckens der Fall ist, die Thätigkeit der Mineralquellen mannigfach in die salinaren Absätze, wie z. B. die Analyse des Wassers eines der hier häufigen Salzseen zeigt.[1] Nach O. Loew gaben 100 Liter des Wassers aus dem Owens-See 6360 Gramm Salze, also 5·87%.

	In 100 Litern Wasser	In 100 Theilen Salz
Chlornatrium	2328·30	36·62
Kohlensaures Natron ...	2446·80	38·40
Schwefelsaures Natron ..	929·07	14·57
Schwefelsaures Kali....	644·87	10·14
Kieselsäure	17·21	0·27
	6360·25	100·00

[1] Petermann's Monatshefte, 1877., pag. 134.

Salzeffloresccnzen, Salzsümpfe und Salzablagerungen, ähnlich jenen von Nevada, sind auch hier nicht selten. Den südlichsten Theil des Gebietes bildet die sogenannte Coloradowüste, eine einförmige, stellenweise vom Flugsande bedeckte Ebene, deren tiefste Stellen einige Meter unter dem Meeresniveau liegen, und die bloss durch einen niedrigen Damm vom Coloradoflusse und dem Busen von Californien getrennt ist. Die Verhältnisse sind jenen des todten Meeres in Palestina gegenüber dem rothen Meere in vielfacher Beziehung ähnlich, und man kann hier sogar mit grösserer Zuversicht von einem abgetrennten Meeresarme sprechen, als im Jordanbecken. Nach W. P. Blake[1] ist die Coloradowüste ein durch das Delta des Coloradoflusses von dem Meerbusen von Californien abgetrennter Theil, in welchem sich die alten Uferlinien ausgezeichnet erhalten haben.

Die Petrefacte der Absätze sind zwar auch hier Süsswasserthiere, doch wurde auch ein Fossil *Gnathodon Lecontei* gefunden, welches im salzigen oder mindestens brakischen Wasser gelebt haben dürfte. Hier liegt also ein deutlicher Beweis vor, dass einst salziges oder brakisches Wasser das Becken erfüllte.

Da nun auch die Coloradowüste ein eingedampftes Salzwasserbecken repräsentirt (Salz- und Gypslager finden sich am Carrizo Creek im Taheechaypah-Thale etc.), so gewinnt dieser Umstand für die Erklärung des Salzgehaltes eine gewisse Wichtigkeit.

Ohne auf ganz veraltete, die Vorgänge der Jetztzeit nicht berücksichtigende Ansichten zurückzugreifen, bemerke ich, dass gegenwärtig wohl nicht mehr daran gezweifelt werden kann, dass die Urquelle der dem festen Gestein fremden Chlorverbindungen der Alkalien und der Erden in dem Meere zu suchen ist. Die Ansichten können nur über die Art und Weise, wie die Übertragung dieser Substanzen aus dem Meere auf das Festland geschah, auseinander gehen.

Ein Ausgangspunkt ist aber allen diesen Erklärungen gemeinschaftlich, nämlich, dass diese leicht in Wasser löslichen Verbindungen nur da in fester Form entstanden, wo ihnen

---

[1] Geological Reconnaissance in California. New-York 1858. pag. 235.

das Wasser entzogen werden konnte, und einmal gebildet, sich nur dann erhielten, wenn zu ihnen kein Lösungsmittel Zutritt fand. Die erste Bedingung trifft aber nur in Gebieten ein, welche keinen Abfluss haben, in vom Meere abgeschlossenen Becken, wenn die klimatischen Verhältnisse derartig beschaffen sind, dass auf der abgeschlossenen Fläche mehr Feuchtigkeit verdampft, als derselben durch den atmosphärischen Niederschlag zugeführt wird. In diesem Falle wird sich die Masse des in dem Becken angesammelten Wassers stetig vermindern, und schliesslich wird der Sättigungsgrad erreicht, bei welchem diese oder jene Substanz nicht mehr in Lösung bleiben kann, sondern sich in fester Form ausscheiden muss. Die Concentration der Lösungen erfolgt, wenn auch in einem minderen Grade, auch in jenen abgeschlossenen Becken, wo der Niederschlag die Verdampfung überwiegt, nur kann der Process nicht wie im ersteren Falle zur gänzlichen Austrocknung der Binnenseen führen. Das Wüstenbecken von Utah hat, wie wir gesehen haben, beide Stadien durchgemacht. In einer wahrscheinlich der Eiszeit entsprechenden Periode war der Spiegel des Bonnevillebeckens im Steigen begriffen, und es erfolgte, da trotzdem eine Verdampfung stattfand, eine gewisse Concentration seiner aufgelösten Bestandtheile. Wenn aber, wie es ziemlich wahrscheinlich ist, der See so hoch stieg, dass er einen Abfluss in das nächste Flussgebiet erhielt, so wurden diese bereits angehäuften Salze aus demselben entfernt, und er wurde ein Süsswasser-See. In der zweiten Periode war der Seespiegel im stetigen Sinken begriffen, es entstanden mehrere isolirte Wasserbecken, die kleineren wurden mit der Zeit vollständig eingedampft, der grösste und tiefstgelegene ist aber erst bei einer Concentration von 22% angelangt.

Die sogenannten Salzmoräste von Nevada zeigen uns das letzte Stadium dieses Processes, wo nämlich an einer Bedeckung des bereits ausgeschiedenen Salzkörpers gearbeitet wird. Der in der feuchten Jahreszeit eingeschwemmte Detritus ist, dem geringen Gefälle der Gewässer entsprechend, ziemlich fein. Die Feuchtigkeit ist aber noch immer im Stande, durch denselben zum Salzkörper zu gelangen, einen Theil des letzteren zu lösen, welcher sodann durch die Capilarität an die Oberfläche gelangt und die

Efflorescenzen und Incrustationen bildet. Diese werden schliesslich so bedeutend, dass das ankommende süsse Wasser bald durch sie gesättigt wird, und vom Salzkörper nichts mehr auflösen kann, während durch den fortwährend eingeschwemmten Detritus die Decke continuirlich verstärkt werden muss.

Der Vorgang der Salzansammlung und Ablagerung kann im amerikanischen Westen ganz gut beobachtet werden, nachdem wir hier aber so manches neue diesbezügliche Detail in Erfahrung gebracht haben, müssen wir uns an die Frage wagen, woher denn überhaupt das Salz des Wüstenbeckens komme.

Die einfachste Erklärung, es aus der Eindampfung eines abgetrennten Meeresarmes abzuleiten, könnte höchstens bei dem südcalifornischen Becken zur Anwendung kommen, da dafür die gesammten Terrainverhältnisse und das Vorhandensein von Salzwasserpetrefacten im Untergrunde sprechen. Für den grössten Theil des Wüstenbeckens ist diese Erklärung unmöglich. Erstens ist die Höhendifferenz zwischen dem Meeresspiegel und den Salzbildungen des Hochlandes eine derartig grosse, dass von einer Verbindung des Wüstenbeckens mit dem Meere gar nicht geredet werden darf, und zweitens müsste man denn doch auch die Spuren des Meeres durch die Existenz von Salzwasserpetrefacten in den ältesten Beckenablagerungen angetroffen haben, was nur dort geschehen ist, wo eben die übrigen Terrainverhältnisse schon für die einst stattgefundene Verbindung mit dem Meere sprechen, nämlich in Südcalifornien. Ja, wenn wir weiter zurückgreifen wollen, so hören die Meeresbildungen in West-Amerika mit dem Ende der Kreide und dem Anfange des Eocen auf, und je jünger die weiteren Tertiärbildungen sind, desto entschiedener sind sie Süsswasserabsätze. Postpliocene Meeresbildungen sind nur an der Küste des stillen Oceans und marines Miocen bloss aus dem centralcalifornischen Becken bekannt. Auf dem Hochlande selbst fehlt jede Spur von marinen Fossilien.

Die Ableitung der mächtigen Salzlagerstätten aus dem Salze des in abgeschnittenen Meeresarmen vorhandenen Seewassers hat aber auch anderwärts seine Schwierigkeiten. Eine einfache Rechnung zeigt, das aus einem Meerwasser mit 3·5% Salzgehalt aus jedem Meter Wassersäule 14 Millimeter Salze abgesetzt werden können, dass mithin eine Wassersäule von z. B. 100 Meter

erst 1·4 Meter an Salz liefert, und dass die grösste bekannte Meerestiefe von 13620 Meter erst 191 Meter Salz repräsentirt. Auf diese Art sind die mächtigeren Salzabsätze nicht zu erklären, und man musste annehmen, dass das Meerwasser zeitweilig Zutritt zu dem abgeschlossenen Becken gefunden habe, wie dies thatsächlich an einigen Limans des asovischen Meeres beobachtet werden kann. Dabei ist aber zu bemerken, dass die Limans sehr flache Becken sind, und dass sich in ihnen keine mächtigen Salzlagerstätten bilden können.

Unter den seichten, mit dem Meere communicirenden Busen kann man sich auch den Fall denken, dass der, beide trennende Damm bloss die Strömung der obersten, nicht aber der tieferen Wasserschichten gestattet. Da die Verdampfung in dem seichten Busen während des Sommers jedenfalls grösser ist, als in dem Meere, so würde eine Strömung in den Busen entstehen, um die verdampfte Wassermenge zu ersetzen.

Wenn keine Gegenströmung stattfinden kann, um das concentrirtere Wasser der Bucht in das Meer zurückzuführen, so müsste sich an dem Boden des Busens ein concentrirteres Salzwasser ansammeln. Dieser Fall soll an einigen Buchten des Kaspisee factisch eintreten, besonders an dem sogenannten Karabugas; nur ist die Erscheinung noch nicht eingehender studirt worden, um bestimmt sagen zu können, ob dieser Concentrationsprocess bis zum Salzabsatze führt. Vor Kurzem ist dies von C. Ochsenius[1] benützt worden, um sämmtliche Salzlagerstätten durch eine Verdampfung solcher continuirlich vom Meere gespeister Reservoirs zu erklären, denen die Mutterlaugensalze fehlen.

Wenn die Folgerungen aus den bisherigen Beobachtungen dieses Processes richtig sind, dann würde man allerdings im Stande sein, die Entstehung von, der verhältnissmässig geringen Tiefe solchen Busen entsprechender Salzlagerstätten und der darin vorkommenden Petrefacte befriedigend zu erklären. Wollte man aber diese Erklärung auch auf die mächtigen Salzablage-

---

[1] Die Bildung der Steinsalzlager und ihrer Mutterlaugensalze unter specieller Berücksichtigung der Flötze von Douglashall in der Egelschen Mulde. Halle 1877.

rungen ausdehnen, so müsste man eine ganze Reihe von Factoren hypothetischer Natur eingreifen lassen, und hiedurch die Sache so compliciren, dass sie sich zur Aufklärung von Processen allgemeiner Verbreitung nicht mehr eignen würde.

Nun hat man in mehreren Becken salzhaltige Flüsse beobachtet, welche sich in die abflusslosen Seen ergiessen, so der Jordan in das todte Meer die Charysacha und der Gorkij Jerik in den Eltonsee etc. und musste die Existenz bereits fertiger Salzlagerstätten in der Gegend, durch welche diese Flüsse laufen, annehmen. In mehreren Fällen existiren factisch ältere Salzablagerungen in den Wüstenbecken, so in der Nähe des Eltonsees die permischen Ablagerungen des Čapčači-Salzberges, in der Nähe des todten Meeres die zur Kreide gerechneten Absätze des Djebel Usdum, und im Bereich des grossen Salzseegebietes die triassischen Salze am Fusse des Wahsatchgebirges.

In anderen Fällen verwies man auf unterirdische nicht bis auf die Oberfläche reichende Salzablagerungen, deren Bestandtheile durch Mineralquellen heraufgebracht wurden. In der That sind salzhältige Mineralwässer in mehreren vom Meere abgeschlossenen Binnenbecken nachgewiesen worden, so auch in dem westamerikanischen Wüstenbecken, allerdings unter Verhältnissen, die es zweifelhaft machen, ob der Salzgehalt wirklich aus älteren Bildungen und nicht aus den Salinarabsätzen des Beckens selbst stammt.

Endlich wurde auch angenommen, dass der Salzgehalt der Flüsse aus den Chlorverbindungen herrühre, welche in einem sehr geringen Masse allen Gesteinen beigemengt gefunden werden. Hiezu wäre nur zu bemerken, dass diese in den Gesteinen gefundenen Chlorverbindungen auch umgekehrt von der dieselben in geringen Mengen enthaltenden Gesteinsfeuchtigkeit, welche eben aus diesen Gewässern stammt, abgeleitet werden können. Übrigens müssten diese in geringen Mengen im Gesteine verbreiteten Chlorverbindungen doch schliesslich einmal von den durch dieselben circulirenden Flüssigkeiten aufgelöst worden sein.

Wenn wir ein einziges salzführendes Gebiet vor Augen haben, so wird eine oder die andere Art der Erklärung hinreichen. Wenn wir aber bedenken, dass sich das Salz in einem jeden

abgeschlossenen Becken zeigt, seine „Verzalzung" herbeiführend, wie man sich oft ganz bezeichnend ausgedrückt hat, so müssen wir zugeben, dass die Gegenwart der älteren Salzablagerungen doch nur eine Zutälligkeit sei, und dass die constante Versalzung eines jeden abgeschlossenen Beckens doch von dem Untergrunde unabhängig sein müsse. Wir können recht gut begreifen, warum, und wie sich die Auflösungsproducte der Gesteine in dem Becken einstellen, nicht aber, wie dies hinsichtlich der Chlorverbindungen, welche eben die grösste Menge der in den Seen gesammelten Stoffe ausmachen, der Fall sein kann. Es ist überhaupt merkwürdig, dass man gerade bei den vor unseren Augen vor sich gehenden Salzansammlungsprocessen genöthigt ist, behufs ihrer Erklärung die Existenz von älteren Salzlagerstätten in Anspruch zu nehmen. Mag man dabei auf factisch zu Tage ausgehende oder auf unterirdische und unbekannte Lagerstätten denken, immer wird durch diese Annahme die Fremdartigkeit der Chlorverbindungen gegenüber der Substanz der die Gebirge und Ebenen hauptsächlich zusammensetzenden Gesteine anerkannt. Diese den Vorgängen der Jetztzeit entnommene Erklärung müsste man aber auch für die älteren Salzablagerungen gelten lassen, und consequent jede nächstjüngere Ablagerung aus der nächstälteren ableiten. Schliesslich würde man denn doch die älteste Salzlagerstätte erreichen, und auf dem veralteten Standpunkte der Annahme eines Ursalzlagers anlangen, zu dessen Erklärung man kaum mehr eine positive Thatsache zu Grunde legen könnte. Die Theorie der Auslaugung älterer Salzabsätze beantwortet überhaupt nicht die Frage nach der Entstehung der jüngeren Salzniederlagen, sondern weicht derderselben, eine einfache Wanderung der Substanzen von einem Orte zum andern annehmend, vielmehr aus, indem sie die endgiltige Erklärung von Formation zu Formation hinausschiebt, ohne für das Ursalzlager einen Beweis geben zu können.

Die Theorie der Verdampfung abgeschnittener Meeresarme hätte noch den Vortheil, dass sie wenigstens den Absatz geringmächtiger Lagerstätten aus der unerschöpflichen Quelle, dem Meere, zu erklären im Stande ist.

Nun zeigt es sich aber, dass die Chlorverbindungen in allen Wässern des Festlandes sowohl in Flüssen und Seen, als auch

in Quellen in geringen Mengen vorhanden sind. Darüber existiren ganze Reihen von analytischen Belegen. Ich erwähne nur die seinerzeit vollständig gewesene Zusammenstellung von G. Bischof. Es wurde gefunden, dass die Gewässer der verschiedenen Flüsse Europa's in einem Kubikmeter 100 bis 360 Gramm chemisch aufgelöste Bestandtheile, darunter 1 bis 30% Chlorverbindungen enthalten. Letzterer Percentsatz wurde am Unterlauf der Themse beobachtet, und von G. Bischof der Vermischung mit Meerwasser zur Zeit der Fluth zugeschrieben.

O. Loew bestimmte den Gehalt des Rio Grande-Wassers in Neu-Mexiko auf 157 Gramm fester Bestandtheile im Kubikmeter, worunter 28% Chlornatrium. Im Wasser des Jordans in Palästina wurden sogar von Bouteon Chartaud u. O. Henry 1052 Grm. per Kubikmeter gefunden, darin 74% Chlorverbindungen.

Man hat geglaubt, diese Chlorverbindungen in Flusswässern aus dem Consum und der industriellen Verarbeitung von Salz ableiten zu können. Es zeigt sich aber dieser Gehalt auch in Gegenden, die eine sehr geringe und wenig Salz consumirende Bevölkerung haben, wie z. B. am Rio Grande in Neu-Mexiko.

Eine ziffermässige Darstellung des Salzgehaltes offener Becken hat wohl viele Schwierigkeiten, doch besitzen wir einige werthvolle Daten aus dem Becken von Böhmen.

Nach der diesbezüglichen Zusammenstellung von Dr. Breitenlohner[1] beträgt das Niederschlagsgebiet der Elbe bis zu ihrem Austritt aus Böhmen 50.000 Quadratkilometer, und die in dem Zeitraume von Anfang Juli 1871 und Ende Juni 1872 durch die Elbe abgeflossenen Wassermenge berechnet sich auf Grund von Messungen und Pegelbeobachtungen auf 6000 Millionen Kubikmeter, nach Prof. Harlacher's Calcül höchstens den vierten Theil der auf dieses Gebiet in diesem Zeitraume gefallenen Niederschlagsmenge.

Es ist eine Wassersäule von 0·48 Meter niedergeschlagen worden, wovon 0·34 Meter verdampfte und 0·14 Meter abfloss.

Um die Menge der gelösten und suspendirten durch die Elbe aus Böhmen fortgeführten Stoffe zu erfahren, wurden von Monat zu Monat, sowie bei einem jeden ungewönlichen Wasserstande

---

[1] Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt. 1876, pag. 172.

der Elbe Wasserproben genommen und von Dr. Breitenlohner analysirt. Auf 6000 Millionen Kubikmeter berechnet, betrug die Menge der suspendirten Stoffe 547·000 und die Menge der gelösten Stoffe 622·680, zusammen 1,169.820 metrischer Tonnen. Der Chlornatriumgehalt, der uns besonders interessirt, beziffert sich auf die überraschend grosse Menge von 25.320 Tonnen.

Nun ist Böhmen ein Land, welches nachweisbarermassen keine Salzlagerstätten enthält, sondern nur einige Mineralquellen, welche unter anderen Substanzen eine geringe Menge von Chlorverbindungen führen. Der Salzconsum, der jährlich etwa 8000 Tonnen beträgt, und die Mineralquellen repräsentiren die beiden nachweisbaren Quellen der Chlorverbindungen

Um die letztere Menge annähernd zu bestimmen, müssten über die Wassermengen der salzreichsten Mineralquellen genauere Daten vorliegen. Indessen kennen wir den Gehalt an Chlorverbindungen aus zahlreichen Analysen, und es stellt sich heraus, dass Karlsbad den grössten Antheil an diesen Stoffen liefert. Die Karlsbader Wässer enthalten im Kubikmeter 5270 Gramm Salze darunter 20% also 1054 Gramm Chlorverbindungen. Nach Muncke beträgt dies jährlich etwa 120 Tonnen. Franzensbad mit 5000 Gramm per Kubikmeter und 21% Chlorverbindungen dürfte ungefähr 60 Tonnen, Bilin mit 5000 Gramm per Kubikmeter und 7% Chlorverbindungen etwa 5 Tonnen ausmachen. Man wird nicht weit fehlen, wenn man, die übrigen nur gering salzhältigen Quellen inbegriffen, die Chlorverbindungen der böhmischen Mineralwässer jährlich auf 200 höchstens 300 Tonnen schätzt. Und wenn man annimmt, dass sowohl diese, als auch die aus dem Salzconsum und aus der Fabriksindustrie stammenden Substanzen unverändert in die Elbe gelangen, so würde dies etwa 8300 Tonnen, also erst ein Drittel der durch die Elbe abfliessenden Chlorverbindungen ausmachen. Wir kommen also auch auf diesem Wege zu der Annahme einer anderen, unerschöpflichen, sich stets erneuernden Quelle der Chlorverbindungen. Nun kennen wir aber keine andere solche Quelle, welche so ansehnliche Quantitäten liefern könnte, als das Meer.

Wir haben gesehen, welche Schwierigkeiten es hat, den Salzgehalt der abgeschlossenen Becken durch die Annahme einer unmittelbaren Verbindung mit dem Meere zu erklären, und wie

wenig man die Frage löst, wenn man diesen Salzgehalt von älteren Salzablagerungen ableitet. Unterirdische Communicationen mit dem Meere anzunehmen, ist gänzlich unmotivirt, und so bleibt nichts Anderes übrig, als die Erklärung eines Transportes durch die Atmosphäre zu versuchen.

Die Sache ist übrigens nicht so unwahrscheinlich, wie sie vielleicht im ersten Augenblicke erscheinen mag. Der Salzgehalt der Seeluft ist eine Thatsache, mit welcher die Ärzte schon lange rechnen. Durch den Wellenschlag, von den Vorgängen auf bewegter See zu schweigen, wird das Meerwasser in die feinsten Theilchen zerschlagen, und diese können ebenso gut fortgerissen werden, wie feinvertheilte feste Körper, von denen es bekannt ist, dass sie auf ansehnliche Distanzen von der Atmosphäre transportirt werden. Wenn die aus dem Meere stammenden Wasserdämpfe, welche Salztheilchen mit sich fortgerissen haben, am Lande niedergeschlagen worden, so gelangt ein kleiner und ziffermässig vielleicht schwer zu bestimmender Salzgehalt auf das betreffende Gebiet. Ein Theil davon gleitet über die Oberfläche sofort in die tiefsten Linien des Terrains, in die Bäche und Flüsse, ein anderer Theil versenkt sich in das Gestein, circulirt in demselben und kommt schliesslich ebenfalls in die Entwässerungscanäle des Gebietes. In offenen Becken gelangen diese Substanzen bald ins Meer zurück, in abgeschlossenen Becken aber werden sie zurückgehalten, häufen sich an und werden bei fortschreitender Verdampfung durch die Concentration der Lösungen bald merkbar. Schliesslich müssen Zustände herbeigeführt werden, wie wir sie in jedem der abgeschlossenen Becken zu beobachten Gelegenheit haben.

Dieser Erklärung gemäss, könnte man also füglich von einem atmosphärischen Salze sprechen, und die Analysen der atmosphärischen Niederschläge müssten auch diese Salzquantitäten nachgewiesen haben. Mir ist nur eine einzige Regenwasseranalyse mit Chlornatriumbestimmung von A. Bobierre[1] bekannt geworden, der das 1863 in Nancy gefallene Regenwasser untersuchte. In einem Kubikmeter des in zwei verschiedenen Höhen

[1] Compt. rend., LVIII, pag. 755. Bull. Soc. Chim. LIV, pag. 467 Chem. Centralbl. 1864, pag. 914.

aufgefangenen Wassers waren im Mittel von 12 monatlich vorgenommenen Proben enthalten:

	bei 7 M.	bei 47 M.
Ammoniak	5·939 Gramm	1·997 Gramm
Salpetersäure	5·682 „	7·360 „
Chlornatrium	13·800 „	14·090 „

Aus diesen Daten ist ersichtlich, dass Chlornatrium der einzige Bestandtheil ist, der sich nicht in der Luft selbst bilden kann, ferner, dass die Höhe, in der man den Regen aufgefangen hat, keinen Einfluss auf seine Menge hatte, und schliesslich, dass er die überraschend grosse Zahl von 14 Gramm repräsentirt, welche zwanzig Mal so gross ist, als für die Erklärung des Salzgehaltes der Elbe nothwendig ist. Die 24.000 Millionen Kubikmeter betragende Niederschlagsmenge mit dem Salzgehalte von 17.000 Tonnen unerklärtes Plus würde nämlich einem Halte von 0·7 Gramm per Kubikmeter entsprechen. Nimmt man die gesammte in der Elbe nachgewiesene Kochsalzquantität von 25.320 Tonnen in die Rechnung, so erhalten wir den Halt des Niederschlages von 1 Gramm per Kubikmeter.

Der Salzgehalt des Regenwassers wird natürlich nach der Lage des betreffenden Gebietes gegen die See local verschieden sein, aber selbst in einer und derselben Localität wird er von der Richtung des Windes, welcher den Niederschlag brachte, von der Jahreszeit und von vielen anderen Nebenumständen abhängen.

Durch die Annahme eines salzhaltigen atmosphärischen Niederschlages erklären sich manche Erscheinungen auf eine ganz ungezwungene Weise, deren Erklärung sonst grosse Schwierigkeiten verursacht hat.

Wir begreifen sofort die Ursache der Verbreitung geringer Kochsalzquantitäten in Quellen, Flüssen, sowie auch in Gesteinen. Nehmen wir z. B. an, der Niederschlag in Böhmen hätte 1 Gramm per 1 Kubikmeter betragen, so concentrirt sich dieser bei der Verdampfung auf ein Viertel auf 4 Gramm per Kubikmeter. Denselben Verdampfungscoëfficient für den bei Nancy gefallenen Niederschlag angewendet, würde sich in den das Terrain ent-

wässernden Flüssen eine auf 56 Gramm per Kilometer concentrirte Salzmenge finden. Dieses Verhältniss ist aber bereits im Stande, den Salzgehalt sämmtlicher Flüsse und zahlreicher Mineralquellen zu erklären, ohne dass es nöthig wäre, den Einfluss des Salzconsums oder eine unmittelbare Berührung mit dem Meerwasser anzunehmen.

Die grössten Quantitäten von Chlorverbindungen in Flüssen wurden gefunden in der Bièvre bei Paris nach Colin mit 121 Gramm, in der Exe bei Exter nach Herapath mit 60 Gramm, im Rio grande del Norte nach O. Loew mit 59 Gramm, in der Themse bei Greenwich nach Bennett mit 44 Gramm, in der Elbe bei Hamburg nach G. Bischof mit 39 Gramm per Kubikmeter Flusswasser. (Die Flüsse der abgeschlossenen Becken bedürfen wohl keiner Erklärung. Der Salzgehalt derselben ist z. B. im Uralflusse nach Mehner 3730, in der Charysacha nach Göbel 45850, Gorkij Jerik nach Göbel 20550. Ein in den Indersk-See sich ergiessender Salzbach nach Göbel 28300, Jordan in Palästina nach Boutron-Charland und Henry 775 Gramm per Kubikmeter.)

Von obigen Flüssen ist wohl die Bièvre bei Paris als Ausnahme zu betrachten; der hohe Salzgehalt, in welchem 109 Gramm Chlorcalcium und Chlormagnesium und bloss 12 Gramm Chlornatrium begriffen sind, findet durch die Nähe eines Fabriksetablissements seine Erklärung. Die übrigen angeführten Daten betreffen Flüsse in der Nähe ihrer Mündung ins Meer, und für die Bestimmung des Salzgehaltes der Themse hat G. Bischof,[1] dem ich die meisten dieser Daten entnehme, den hohen Halt auf die Vermischung mit dem Meerwasser zur Zeit der Fluth zurückzuführen gesucht. Trotzdem diese angeführten Halte die höchsten Ziffern von allen mir bekannten Analysen von Flusswässern zeigen, so liegen sie dennoch nicht weit von der Grenze entfernt, welche die Annahme eines durch die Verdampfung concentrirten, salzhaltigen Regenwassers ergibt. Überdies werden in Küstengegenden beträchtliche Salzmengen durch die Seebriesen auf das Festland gebracht, und müssen schliesslich auch in die Flüsse gelangen.

---

[1] Lehrbuch der chem.-phys. Geologie. I. 267.

Viele, besonders kalte Mineralquellen haben keinen grösseren Halt an Chlorverbindungen, der sich nicht aus der Concentration des atmosphärischen Salzniederschlages ableiten liesse.

Anders verhält es sich mit den heissen und warmen Mineralquellen, welche, wie z. B. Karlsbad, 1054 Gramm Chlorverbindungen im Kubikmeter enthalten. Will man hier keine unbekannten unterirdischen, unerschöpflichen und räthselhaften Salzvorräthe vorausgehen, so muss man, wie es sich wohl von selbst versteht, annehmen, dass bei der ihnen eigenen Temperatur eine Verdampfung des Lösungsmittels, und folglich auch eine Concentrirung der Lösung stattfinden müsse. Nachdem sich alle übrigen Bestandtheile der Mineralquellen aus theilweise bereits experimentel nachgewiesenen Gesteinszersetzungen ergeben, so ist obige Erklärung geeignet, eines der grössten Räthsel aus diesem Gebiete zu beseitigen.

An dieser Stelle muss ich wohl die mit vulkanischen Processen in Verbindung auftretenden Chlorverbindungen erwähnen, welche Veranlassung waren, dass man Salzlagerstätten für Sublimationsproducte der Vulcane erklärte. Die chemische Analyse zeigte, dass es ein ganz anderes Salzgemisch sei, als jenes der salinaren Bildungen, und dass namentlich das Verhältniss des Chlorkaliumgehaltes auf keiner Salzlagerstätte vorkommt. Aus der Zusammenstellung, die über diesen Gegenstand G. Bischof gemacht hat, dürfte evident hervorgehen, dass das vulkanische Salz kein Sublimationsproduct sei, sondern die Wirkung der salzsauren Dämpfe auf das feldspathhaltige Gestein repräsentire. Die Gegenwart von Chlorverbindungen im Innern des vulkanischen Heerdes, wo daraus unter Mitwirkung von Wasserdampf und Glühhitze Salzsäure entwickelt werden kann, wird abermals am leichtesten und ungezwungensten aus atmosphärischen salzhaltigen Niederschlägen abgeleitet. Diese Erklärung wird allerdings Jene nicht befriedigen, welche die Vulkane als „*Dii ex machina*“ in Anspruch nahmen; allein es dürfte doch von Werth sein, eine allen Vulkanen zu statten kommende Salzquelle zu besitzen, statt, wie er früher nothwendig war, eine Verbindung mit dem Meere oder die Existenz von tiefliegenden Salzlagerstätten annehmen zu müssen.

In offenen Becken wandern die atmosphärischen Niederschläge sammt den in ihnen ursprünglich vorhanden gewesenen, sowie den auf ihrer Circulation an der Oberfläche und durch das Gestein nachträglich aufgenommenen und vielfach veränderten Substanzen wieder ins Meer zurück. Wir haben Gelegenheit gehabt, sie trotz der Geringfügigkeit ihrer Menge in zahlreichen Stadien ihrer Wanderung zu bemerken, und man wird sie gewiss noch viel verbreiteter finden, wenn man sich die Mühe nehmen wird, nach ihnen zu suchen. Ganz anders ist es in abgeschlossenen Becken, da häufen sie sich derart an, dass sie Jedermann auffallen müssen. Es ist ein ganz allgemeines Gesetz, dass die abgeschlossenen Becken bald „versalzen"; nur war man nicht im Stande, davon eine gleich allgemeine Ursache anzugeben, und suchte die Erklärung in vorwaltend localen Verhältnissen.

Die salinaren Erscheinungen in den westamerikanischen Wüstenbecken sind, wie wir gesehen haben, äusserst mannigfach. In einem Theile dieses Gebietes in Südcalifornien ging die Versalzung in einem nachweisbarermassen abgetrennten Meeresarme vor sich, während die Höhenlage des weitaus grösseren Theiles dieses Gebietes, jede unmittelbare Verbindung mit dem Meere ausschliesst. Hier kann nur ein Factor, der von den Niveauverhältnissen ganz unabhängig ist, Aufklärung bringen, wie dies eben bei der Annahme eines Salztransportes durch die Atmosphäre der Fall ist. Dasselbe gilt aber auch für die übrigen hochgelegenen abgeschlossenen Becken mit den gleichen salinaren Erscheinungen, dem Gebiete des Urmiah-Sees in Persien, welcher eine analoge Höhe von etwa 1300 Meter über dem Meere hat.

Wenn wir die Zahlen, welche wir über den Salzgehalt der atmosphärischen Niederschläge besitzen, näher betrachten, so finden wir, dass sie zwar an und für sich nur verhältnissmässig geringe Grössen repräsentiren, dass aber die Wirkungen über grosse Flächen ausgebreitet sind, und dass hier ihre Summirung ganz überraschende Resultate zur Folge haben muss. Wenn man sich z. B. das Becken von Böhmen abgeschlossen denkt, so würde jedes Jahr eine Salzmenge von 25.000 Tonnen darin zurückbehalten bleiben, wenn man sich zu dem 50.000 Quadratkilometer grossen böhmischen Becken den Niederschlag von

Nancy denkt, so kämen sogar 700.000 Tonnen Salz jährlich zum Niederschlag. Der Salzgehalt des grossen Salzsees in Utah berechnet sich auf 4.000,000.000 Tonnen, und wenn in Böhmen der obige Niederschlag zurückbliebe, wären zur Ansammlung desselben bis zu der Grösse des durch den Grossen Salzsee repräsentirten Salzquantums etwa sechs Jahrtausende nothwendig, eine, vom geologischen Standpunkte betrachtet, gewiss nicht übermässig grosse Zahl. Die geringen, dem Meere entrissenen und durch den atmosphärischen Niederschlag auf ein abgeschlossenes Becken übertragenen Salztheilchen vermehren sich mit der Länge der Zeit zu Quantitäten, aus denen man die grossartigsten Salzablagerungen ableiten kann. Der auf die Fläche des abgeschlossenen Beckens fallende salzige Niederschlag sammelt sich an den tiefsten Punkten des Terrains, und es bilden sich da, besonders wenn die Verdampfung die Niederschlagsmenge überwiegt, in verhältnissmässig kurzer Zeit Salzseen, die bei der fortschreitenden Concentration die Reihe von Substanzen fallen lassen, wie sie bei künstlicher Abdampfung des Meerwassers erhalten werden, welche sich in Stassfurt so wunderbar conservirt haben, und welche sich auch in Kalusz vertreten finden.

Wie es sich in Westamerika mit den Mutterlaugensalzen verhält, ist durch die bisherigen Studien noch nicht aufgeklärt. Die Salzgewinnung in Nevada geschieht vorzüglich zu Zwecken der Amalgamation und Chlorisirung der Erze, und da hier der Chlorgehalt massgebend ist, hat man noch nicht Veranlassung gefunden, die Salzabsätze näher zu untersuchen. Der geologische Bericht über die Expedition von Cl. King, welche die vorzüglichsten salinaren Erscheinungen in Nevada berührt hat, ist noch nicht publicirt. Der Chemiker der Wheeler'schen Expedition, Dr. O. Loew, begegnete aber unter Anderen auch kleinen, bereits eingedampften Salzseen, ausserhalb des eigentlichen Wüstenbeckens und in diesen zeigten sich, wie folgende Analysen andeuten, in der That ansehnliche Mengen von Mutterlaugensalzen. [1]

---

[1] Wheeler's Explorations etc. III. Volum, pag. 627.

	Salzabsatz bei Sandia Mountains N.-Mex.	Salzabsatz bei Sunset Crossing Ariz.
Chlornatrium.......	82·57	78·79
Chlormagnesium....	5·88	12·16
Chlorcalcium.......	—	5·48
Schwefelsaur. Natron	6·89	—
Schwefelsaurer Kalk	—	3·07
Wasser und Verlust .	4·66	0·50
	100·00	100·00

Ältere Steinsalzablagerungen ausserhalb des Wüstenbeckens sind bloss von Utah bekannt, gehören höchst wahrscheinlich der Trias an, und finden sich, so viel darüber bekannt geworden ist, allerdings im Bereiche der Bonneville-Uferlinie. Die Trias nimmt aber innerhalb des Wüstenbeckens keinen grossen Antheil am Gebirgsbaue, und was davon in den einzelnen aus der Wüstenflächen hervorragenden Gebirgszügen gefunden wurde: die alpine Ausbildung mit Hallstädter Petrefacten, enthält keine Salinarabsätze. Diese Letzteren kommen in einer ganz anderen Facies in Begleitung der rothen Sandsteine erst ausserhalb des Wüstenbeckens zur Entwicklung. Was davon in das Wüstenbecken eingreift, kann wohl den Salzgehalt des Utahbeckens vermehrt haben, keineswegs kann es aber als Ursache des Salzgehaltes der übrigen Theile des Wüstenbeckens betrachtet werden.

Das Meer kann höchstens in dem tiefgelegenen südcalifornischen Wüstenbecken unmittelbaren Antheil an der Salzbildung genommen haben, und da können Verhältnisse, in gewisser Beziehung jenen von Wieliczka analog, vorausgesetzt werden. Wie aus den Arbeiten von Unger, Stur und Reuss hervorgeht,[1] sind in dem Salzstocke von Wieliczka Süsswasserschnecken; bituminöses Holz, verschiedene Landpflanzen und parallel den von Biebern abgenagten Holzscheitern des Sevier-Sees, von Eichhörnchen abgenagte Fichtenzapfen gefunden

---

[1] Unger, Die Pflanzenreste von Wieliczka. Denkschriften der k. Akad. 1850.

Stur, Verhandl. d. k. k. geolog. R.-Anstalt. 1873, p. 6.

Reuss, Die fossile Fauna von Wieliczka. Sitzungsber. der k. Akad. LV. 1867. I. Abth.

worden, welche auf die Existenz von Süsswasserzuflüssen in das abgeschlossene Becken der nordwestkarpathischen Region oder in den einstigen Salzsee von Wieliczka schliessen lassen. Nun finden sich aber in denselben Ablagerungen, und zwar in Gesellschaft der Pflanzen und Süsswasserfossilien Reste von marinen Organismen in ziemlicher Menge und Mannigfaltigkeit. Diese Erscheinung zu erklären, ist nicht so leicht, wie man sich vielfach vorgestellt hat. Haben die Thiere in dem Becken, in dem wir sie abgelagert finden, wirklich gelebt, oder sind sie eingeschwemmt worden, und im letzteren Falle, sind sie unmittelbar aus dem Meere, oder aus einer älteren marinen Ablagerung hereingekommen?

Was die erste Annahme betrifft, so wissen wir nur so viel, dass sich in keinem der amerikanischen Salzseen, selbst wenn ihre Concentration noch weit von dem Sättigungspunkte entfernt ist, ein organisches Leben vorfindet, wenn man von Larven einiger den Strand bewohnenden Insecten und von Süsswasser-Crustaceen von bekannter Accommodationsfähigkeit abstrahirt. Es ist vorwaltend eine Species der Fliegengattung Ephydra, welche massenhaft an den Salzseen auftritt und deren Larven, gesammelt und getrocknet ein den Namen Koo-chah-bee führendes Nahrungsmittel der Indianer liefert. Ferner soll auch die Crustaceengattung Artemia in ebenfalls grossen Massen in den obersten Schichten des grossen Salzsees, gewissermassen in auf dem starkgesalzenen Wasser schwimmenden Strömungen von gemischtem und schwächer gesalzenem Wasser angetroffen werden.[1]

Inwieweit Meeresthiere ein concentrirteres Salzwasser vertragen, darüber müssten aus den Limanen Südrusslands und den künstlichen Meeressalinen eher Daten aufzubringen sein. In einer bis zur anfangenden Absonderung des Chlornatriums, also auf 26% concentrirten Soole ist aber kein organisches Leben möglich.

---

[1] A. G. Paikard, Insects inhabiting. Great Saltlake and other saline or alkaline lakes in the West. Hayden's, Sixth. An Rep. of the U. S. Geol. Survey, p. 743.

Die untersten bekannten Salinarabsätze Wieliczka's sind die sogenannten Szybiker Anhydrit- und Salzschichten. Aus diesen sind überhaupt keine Petrefacte bekannt, denn diese treten erst in dem darüber liegenden Horizonte des Spisa-Salzes auf, und sind jedenfalls zu einer Zeit hineingerathen, wo das Wasser des Sees bis zum Sättigungspunkte des Chlornatriums concentrirt war. Dass in dieser Flüssigkeit 80 verschiedene Gattungen von Seethieren gelebt hätten, ist wohl eine Unmöglichkeit, und man muss sie, wie dies bereits von Reuss geschehen ist, für Producte der Einschwemmung erklären.

Am nächsten liegt die Annahme, sie aus dem Meere abzuleiten, da muss man aber eine, wenn auch zeitweilige und vorübergehende Communication mit dem Meere zugestehen und eben dieses hat seine gewissen Schwierigkeiten. Da sich die Meerespetrefacte in verschiedenen Horizonten finden, so müsste diese Communication in verschiedenen Stadien der fortschreitenden Bildung der Salzabsätze wiederholt stattgefunden haben. Während wir, gestützt auf das Studium der Jetztvorgänge einerseits ein vom Meere abgeschlossenes Becken, dessen tiefste Stellen von Salzseen eingenommen werden, annehmen mussten; ist hier andererseits nothwendig, diese Abgeschlossenheit gegen das Meer zeitweise aufzuheben und eine Strömung landeinwärts zu gestatten, welche die Meeresthiere aus ihrem ursprünglichen Medium in das Salzseebecken transportirte. Diese Strömung musste sogar ziemlich stark sein, nachdem sie einen 8 Centimeter langen und 4 Centimeter dicken Körper einer Anthozoe *(Charyophyllia Salinaria* Rss.) zu tragen hatte. Das sonst abgeschlossene Becken müsste gegen das Meer zu, wie sich Reuss den Vorgang vorstellte, nur verhältnissmässig niedere Dämme gehabt haben, so dass eine Überfluthung zur Zeit hoher und stürmischer Meeresfluthen möglich wurde, ein Zustand, für welchen wir, ausser den seichten Limanen und den sogenannten Lagunes, Étanges Haffs und den Karabugas ähnlichen Erscheinungen, keine Analogie in der Jetztwelt kennen. Diese in verschiedenen Gegenden unter verschiedenen Namen bekannten Bildungen sind aber durch Dämme abgetrennte Theile des Meeres bei flachen Küsten und allmälig abfallendem Meeresgrunde, können mithin keine grössere Tiefe haben, und sind theils durch den vom

Lande her eingeschwemmten Detritus, theils durch den durch die Fluth von der See her eingeführten Sand dem Ausfüllungsprocesse unterworfen. Ein grosser Theil der flachen Küsten entstand aus solchen Limanen, wie ihre Zusammensetzung aus Strandsand mit eingeschlossenen recenten marinen Resten beweist.

In derartigen seichten Becken konnte sich nicht der Wieliczkaer Salzabsatz, der doch wenigstens 200 Meter mächtig angenommen werden muss, heranbilden. Es bleibt nur noch übrig, ein tiefes, unter den Meeresspiegel reichendes Becken, wie es z. B. das Jordanbecken in Palästina und das südcalifornische Wüstenbecken ist, anzunehmen, um dem 200 Meter mächtigen Absatze den nöthigen Raum zu schaffen. Wie wollte man den Wechsel der zeitweiligen Abgeschlossenheit von, — und der zeitweiligen Verbindung mit — dem Meere damit in Zusammenhang bringen? Wir sehen, dass wir auf diesem Wege, wenn wir unserer Phantasie durch die Beachtung der Jetztvorgänge Schranken setzen, in Widersprüche verwickelt werden.

Trotzdem Reuss die Einschwemmung der marinen Organismen in das abgeschlossene Becken zugesteht, so nimmt er doch an, dass einige Thierclassen, so z. B. die Foraminiferen und Ostracoden, sich dem concentrirteren Seewasser accommodirend, eine Zeit lang da fortzuleben vermochten, während andere Thierclassen, welche gegen die Einwirkung des Salzes am empfindlichsten waren, z. B. die Mollusken, plötzlich absterben mussten. Aus diesem Umstande suchte er die weitere und gleichmässigere Verbreitung der ersteren Thierclassen in sämmtlichen salinaren Ablagerungen, und das Auftreten der Mollusken an vereinzelten Stellen im Salzthone, aber in sehr grosser Individuenzahl zu deduciren. Die eben erwähnte grössere Accommodationsfähigkeit der Foraminiferen und Ostracoden soll auch die Ursache der normalen Verhältnisse sein, die man an den Wieliczkaer Resten in Betreff des Wachsthums, ihrer Entwicklung in Grösse und Form beobachtet. Hingegen sollen die Spuren eines störenden Einflusses an den gefundenen Conchiferen und Gasteropoden desto deutlicher hervortreten. Die vorwaltende Kleinheit der gefundenen Schalen deutet darauf hin, dass man es theilweise mit junger Brut zu thun habe, welche, plötzlich in ein

dem Leben feindliches Medium versetzt, entweder rasch abstarb, oder wenigstens verkümmerte. Diese Einwirkung soll aber nicht auf alle Arten gleich intensiv gewesen sein, denn die Schalen mancher, z. B. *Nucula nucleus* stehen an Grösse den in anderen Gegenden vorkommenden Exemplaren nicht nach. Diese Mollusken mit normal ausgebildeter Schale sollen eben im entwickelten Zustande aus dem nachbarlichen Meere in das salzige Becken versetzt worden sein.[1]

Diese Ansichten sind offenbar von der für allein möglich gehaltenen Erklärung des directen Ursprunges des Salzes aus dem Meere beeinflusst, darum wird darin auf die Vergesellschaftung derselben mit Süsswasserschnecken, Landpflanzen und brakischen Fossilien mit marinen Petrefacten kein besonderes Gewicht gelegt, und doch ist die gleichzeitige Ablagerung der Organismen so verschiedener Medien ein sehr wichtiger Factor bei der Erklärung der damaligen Vorgänge.

Hiezu kommt noch das Vorkommen einiger Molluskenspecies in Wieliczka, welche anderwärts die sarmatischen Stoffe charakterisiren, *Bythinia Frauenfeldi* Hörn. und *Ervilia podolica* Eichw. Nachdem Reuss das Alter der Salzbildung durch die Vergleichung der marinen Petrefacten mit jenen des Wiener Beckens als dem Badner Tegel und dem Leithakalke entsprechend bestimmt hat, so ist das Auftreten dieser ein höheres Niveau charakterisirenden Petrefacte mit dieser Bestimmung nicht leicht in Einklang zu bringen.

Diese Räthsel werden aber am besten durch die Annahme erklärt, dass die marinen Petrefacten aus bereits fertigen, also älteren Ablagerungen durch die Zuflüsse des Salzsees ausgewaschen und eingeschwemmt wurden. Man begreift dann sofort, die gleichmässige Verbreitung der kleinen und gleichmässigen Körperchen der Foraminiferen, sowie den massenweise erfolgten Absatz der gröberen Reste von Mollusken, die Vermischung mit Süsswasserschnecken und Landpflanzen, sowie das Vorkommen von charakteristischen sarmatischen Petrefacten. Dieser Auffassung gemäss, wäre die Salzbildung jünger, als das

---

[1] Reuss, l. c. pag. 35 und 36.

geologische Niveau der in dieselben eingeschlossenen Petrefacte und erfolgte an den tiefsten Stellen des abgeschlossenen, vom Meere bereits verlassenen Beckens.

Die Verhältnisse des Zusammenvorkommens der Petrefacten, sowie die der Lagerung müssten dieser Annahme entsprechen.

In ersterer Beziehung bat ich Herrn Th. Fuchs, der sich seit längerer Zeit mit dem Studium der marinen Faunen-Facies beschäftigt, um sein Urtheil in dieser Sache, und erfuhr, dass die marinen Petrefacten von Wieliczka eine zusammengehörende Gesellschaft vorstellen, wie sie ausser dem Gyps von St. Katharein bei Troppau dem Schlier von Ottang etc. besonders in Italien vielfach entwickelt ist. Die Schlierfauna mit ihren dünnen zarten Molluskenschalen, häufigen Pteropoden, Einzeln-Korallen etc. repräsentirt nach Th. Fuchs eine wahre Tiefseebildung, aber gerade dieser Umstand lässt darauf schliessen, dass diese Fauna unmöglich in einem abgeschlossenen Salzwasserbecken leben konnte.

Herr Th. Fuchs war so freundlich, einige in der Sammlung des k. k. Hofmineraliencabinetes vorfindlichen Originalexemplare der Reussischen Bestimmungen aufzusuchen. Sämmtliche, sowohl im Steinsalze als auch im Salzthone eingeschlossenen Reste, zeigen keine Spur des thierischen Körpers. In anderen Sedimentlagen mag dies ganz selbstverständlich erscheinen, aber mitten in dem die Fäulniss und Verwesung so ausgezeichnet hemmenden Medium, in einer Salzlagerstätte, in welcher sich die pflanzliche Substanz so oft zu erhalten vermochte, muss dies doch auffallen. Daraus würde ich schliessen, dass diese Organismen nicht nur im todten, sondern sogar in einem Zustande in den Salzsee gelangt sind, wo die organische Materie bereits vollständig beseitigt war. Bei *Solenomya Doderleini* May lagen beide Schalen aufgeklappt nebeneinander, es war also die Schiossmuskel noch nicht ganz zerstört.

Zertrümmerung und Abrundung zeigt sich wohl an zahlreichen Resten; hingegen ist der Erhaltungszustand einiger geradezu überraschend; so ist die Schuppung der Rippen von ***Pecten scabridus*** Eichw. aus dem Salzthon und die feinen Zellenwände der Koralle ***Caryophyllia salinaris*** Reuss aus dem Salze wunderbar gut erhalten. Dieser gute Erhaltungszustand einiger

Petrefacte bestimmte Reuss[1] zu der Äusserung, dass das Salz sammt den begleitenden Mineralsubstanzen in dem Meerwasser gelöst war, aus diesen gleich den organischen Resten abgesetzt worden, und daher nun das nach dem Verdunsten des Wassers übriggebliebene Residium repräsentire. Der gute Erhaltungszustand einzelner Fossilreste kann aber durch verschiedene andere Umstände ebenfalls erklärt werden, ohne dass man zu der Ableitung unmittelbar aus dem Meere greifen müsste, und wenn mehrere andere Gründe dagegen sprechen, so darf dieser Grund nicht ausschliesslich unser Urtheil befangen. Nehmen wir an, dass die Reste ursprünglich, wie es scheint, in einem feinen Schlier eingebettet waren, so konnte der mit den Petrefacten gleichzeitig transportirte Schlamm gewissermassen schützend gewirkt haben.

Übrigens finden sich ja ganz zarte Land- und Süsswasserschnecken in den amerikanischen Salzseen in einem ebenfalls ausgezeichneten Erhaltungszustand, trotzdem sie durch die Flüsse auf beträchtliche Distanzen transportirt wurden.

Was die Lagerungsverhältnisse von Wieliczka betrifft, so liegen leider noch keine publicirten Detailstudien über diese berühmte Localität vor. Die Abhandlung von Hrdina,[2] obgleich aus dem Jahre 1842 stammend, ist meines Wissens die einzige Publication, welcher nach dem Massstabe ausgeführte Bilder beigegeben sind, und die für die Beurtheilung der factischen Lage der älteren Aufschlüsse eine grössere Wichtigkeit hat. Prof. Suess hat die Existenz der von dem Nordrande der Alpen und Karpathen verlaufenden Antiklinallinie in Wieliczka nachgewiesen.[3]

Gelegentlich des Wasserdurchbruches 1868 ist von Foetterle[4] eine Profilskizze publicirt worden, welche mit der Hrdinai'schen auf factische Vermessung basirten Zeichnungen nicht übereinstimmt. In dem Profile von Foetterle erscheint, statt drei Falten mit südgeneigten Achsen, ein einfaches Gewölbe,

---

[1] L. c. pag. 30.

[2] J. M. Hrdina, Geschichte der Wieliczkaer Saline. Wien 1842.

[3] Sitzungsber. der k. Akad. Math.-nat. Classe, 1868.

[4] Verhandl. der geol. Reichs-Anstalt. 1868, pag. 421.

wobei die drei Schichtencomplexe des Szybiker, Spizaer und Grünsalz Horizontes, sowie den sogenannten Hangendtegel nordfallend und durch Sand concordant überlagert dargestellt sind. Dieser Sand wird von Foetterle mit dem marinen Sande identificirt, der an dem Rande der Hügel gegen die Weichselebene ansteht und durch Löss überlagert wird. Dieses Verhältniss würde allerdings die Erklärung sehr compliciren, denn man müsste annehmen, dass nach der Ablagerung des Grünsalzes und des sogenannten Hangendtegels abermals das Meer in das Salzbecken einbrach.

Über die Decke der Wieliczkaer Salzablagerung geben nach Hrdina die 1790 durch den Joseph- und die 1832 durch den Kaiser Franz-Schacht durchgefahrenen Schichten Aufschluss. Wenn man der ziemlich umständlichen Beschreibung der einzelnen Schichten eine geologische Deutung geben soll, so stellt sich heraus, dass unter der Dammerde 4·5 Mt. Löss, sodann eine ungleich mächtige Lage von Triebsand oder Kurzawka, und sodann 7·5 bis 35·0 Meter, beziehungsweise 6·5 bis 30·0 Meter ein durch Granit und Karpathensandstein - Fragmente charakterisirter Schichtencomplex, wie wir ihn etwa im eratischen Diluvium anzutreffen pflegen, durchgefahren wurde. Darunter folgte das Salzgebirge, und zwar zuerst der Halda genannte regenerirte Salzthon, und weiter auf beiden Punkten die oberste Grünsalzregion. Der über die ganze Niederung verbreitete und wohlbekannte Triebsand lässt sich also nicht mit den erwähnten marinen Sanden identificiren.

Nun erwähnt Hrdina in seinem Werke auch Sandschichten im Liegenden der tiefsten Anhydritlage des Szybiker Schichtencomplexes, und ergeht sich über ihre Wasserlässigkeit, sowie über die Gefahr, welche sie, wenn angefahren, stets der Grube brachten. In seinem Profile sind diese Schichten auch überall als die liegendste Partie der bekannten Schichtencomplexe eingezeichnet. Diesem zufolge hätten wir wasserführende Sandschichten, abgesehen von der Triebsandschichte, sowohl im Hangenden, als auch im Liegenden der Salzlagerstätte anzunehmen, was wohl nicht möglich ist, denn wie könnte sich eine von wasserlässigen Sanden umschlossene aus auflöslichen Substanzen bestehende Lagerstätte zu erhalten vermögen! Die Gegenwart des Sandes im Liegenden ist durch den Grubenbau mehrfach

constatirt worden, und die gleichzeitig angefahrenen ungesättigten Wässer bilden ebenso viel unangenehme Merkzeichen in der Geschichte der Saline. Auch darüber, dass es das wirkliche Liegende ist, in welchem sie auftreten, kann bei dem Anblicke des Hrdinaischen Profiles kein Zweifel obwalten. Anders verhält es sich mit den angeblichen Hangendsanden, welche die unglückliche Katastrophe von 1868 veranlasst haben. Hier ist es rein nur die Sache der Hypothese, sie für Hangendschichten, oder stricter gesprochen, für die auf die Salzablagerung gefolgte Bildung zu erklären.

Ich habe Wieliczka nur von dem Wassereinbruche und zwar nur flüchtig berührt, und muss mich ganz an das darüber Veröffentlichte halten. Die Anfahrung der fraglichen Sandschicht erfolgte bekanntlich in dem 208·5 Mt. unter der Erdoberfläche liegenden vom Regis- oder Franz Joseph-Schachte ausgehenden nordgerichteten Kloski-Querschlage im 237 Mt. seiner Länge. In dem Hrdinaischen Profile finden wir sowohl die beiden in 66 Mt. und 218 Mt. durchgefahrenen Spizasalzlagen, als auch sämmtliche in den Querschlägen von Kloski, Coloredo, Walczyn, Modena und Carolina angefahrenen Grünsalzkörper in einer steil nach Süd fallenden Lagerung. Im Feldorte des damals 206 Mt. langen Kloski-Schlages erscheint ebenfalls mit steilem Südfalle ein dunkelgraues bituminöses Schiefergestein verzeichnet. Dieses sowohl, als auch das 31 Mt. weiter nördlich i. J. 1868 angefahrene sandige wasserführende Gestein, würde somit dem Liegenden entsprechen, und würde folglich mit den übrigen unbezweifelbaren die Unterlage der Szybiker Salz- und Anhydrit-Schichten bildenden sandigen Lagen in Verbindung gebracht werden müssen. Diesen auf markscheiderische Vermessung basirten und von einem viele Jahre mit dem Studium der Lagerungsverhältnisse beschäftigten Localbeamten gelieferten Daten müssen wir wohl so lange Vertrauen entgegenbringen, als die Unrichtigkeit dieser Beobachtungen gründlich widerlegt wird. Wenn nun Foetterle die Fallrichtung der Schichten in dieser Gegend, ohne es näher zu motiviren, gerade entgegengesetzt annimmt, so bin ich keinen Augenblick darüber in Zweifel, an wessen Angaben ich mich halten soll. Kurz ich muss die im Feldorte des Kloski-Schlages angefahrenen Sande für die Unterlage der Salzbildung erklären,

und im Falle sie mit den weiter nördlich an der Krakau-Wieliczka-Eisenbahn anstehenden, Ostreen, Cerithien, Cardien etc. enthaltenden und Äquivalente des Leithakalkes, der Pötzleinsdorfer oder Neudorfer Sande vorstellenden Schichten zusammenhängen, würden sie einfach den Boden des abgeschlossenen Beckens vorstellen, auf welchem sich nach dem Rückzug des Meeres die salinaren Bildungen entwickelten. Wir sehen, dass die kritische Prüfung der über die Lagerungsverhältnisse bekannt gewordenen Daten das Erscheinen der marinen Petrefacte im Salze respective die Annahme ihrer Einschwemmung aus älteren Absätzen unterstützt.

Es erschien mir nothwendig bei der Prüfung der Verhältnisse von Wieliczka länger zu verweilen, da man vielfach angenommen hat, dass gerade diese Localität für die Theorie der Entstehung der Salzlagerstätten direct aus dem Meerwasser massgebend ist. Nun haben wir gesehen, dass diese Ableitung auch hier auf zahlreiche Widersprüche stösst, wenn man von dem Grundsatze ausgeht, dass sich ein Salinarabsatz nur aus respective concentrirten Lösungen bilden kann, dies aber ein vom Meere abgeschlossenes Becken voraussetzt.

Auf eine ähnliche Art dürfte sich die Gegenwart von Meerespetrefacten in einigen anderen Salzlagerstätten erklären. Für Central-Siebenbürgen habe ich die Bedeckung der Salinarbildungen durch sarmatische Schichten nachgewiesen.[1]

Es sind die eigenthümlichen mit den bekannten Tufflagern wechselnden Salzmergel, aus denen an einigen Orten sarmatische Petrefacte bekannt geworden sind, welche das Hangende der Salzstöcke bilden. Die Unterlage der Salzablagerungen ist hingegen nirgends direct aufgeschlossen. Bloss in Déesakna ist man im Liegenden des Salzlagers auf ein Gestein gestossen, welches die Deutung als Trachyttuff zulässt. Wenn man nun die am Rand des siebenbürgischen Centralbeckens auftretenden Gypse für Salinarbildungen eines und desselben abflusslosen Gebietes erklärt, in welchem etwas einwärts vom Rande die

---

[1] Studien aus dem Salinargebiete Siebenbürgens. 2. Abtheilung. Jahrb. der k. geol. Reichs-Anstalt 1871. XXI, pag. 175.

Chlornatriumabsätze erfolgten, so stellt sich der umgekehrte Fall ein.

Es ist nämlich, wenn auch nicht unmittelbar, das Liegende derselben bekannt, welches der charakteristische Leithakalk darstellt. Das geologische Niveau der im Hangenden auftretende Sandsteine und Mergel ist bis jetzt wegen Mangels an Petrefacten noch nicht fixirt worden.

Prof. Herepei hat behauptet, dass er Gyps im Leithakalke eingelagert gefunden habe, doch hat sich dies an de Stelle, die ich mit ihm gemeinschaftlich besuchte, nicht bestätigt.

Im Ganzen muss man in Central-Siebenbürgen den Salinarabsätzen die Position zwischen den marinen und brakischen Schichten anweisen, und sie bezeichnen sodann gewissermassen die Übergangsperiode zwischen den durch diese beiden Bildungen angedeuteten klimatischen und Niveau-Veränderungen. Die Spuren von marinen Petrefacten, welche Reuss in den von mir gesammelten Salzproben fand, und die nebst einigen Foraminiferen Species aus Fragmenten von Conchylien bestanden, lassen sich wohl viel leichter durch eine Einschwemmung aus alten marinen Absätzen als durch directe Ableitung aus dem Meere erklären.

In meiner erwähnten Arbeit über die Salzlagerstätten Siebenbürgens habe ich das Salz allerdings direct aus dem Meere abgeleitet, da ich damals von der Möglichkeit eines Transportes durch die Atmosphäre keine Kenntniss hatte, doch haben mir die Schwierigkeiten dieser Ableitung immer vor Augen geschwebt. Ich habe seit dieser Zeit vielfach über diesen Gegenstand nachgedacht, und glaube erst jetzt, nachdem ich die diesbezüglichen Jetztvorgänge im amerikanischen Westen gesehen habe, eine viel befriedigendere Erklärung geben zu können.

Freiherr v. Richthofen[1] hat in seinem soeben erschienenen Werke über China die centralasiatischen Salzsteppen mit wahrer Meisterschaft geschildert, und den Ursachen der Versalzung dieser Gebiete Aufmerksamkeit geschenkt. Er kommt zu dem Schlusse, dass das ausgedehnte Hochland im Centrum von Asien unmöglich mit einem Meere bedeckt sein konnte, dass der Versalzung jedenfalls andere Ursachen zu Grunde gelegen haben mussten. Einen

[1] China, I. Band. Berlin 1877. pag. 85.

Theil dieser Salze, so das Kalk- und Natroncarbonat leitet er aus der Zersetzung der Gesteine ab, aber über die Herkunft der Chlorverbindungen hat er seine Ansicht noch nicht geäussert. Offenbar reicht die von mir aufgestellte Theorie eines Transports der Meeressalze durch die Winde zur Erklärung der Erscheinungen in diesen Steppengebieten vollständig aus. Aber auch in einer andern Beziehung ist dieses neue Werk für diese Frage von Interesse. Freiherr v. Richthofen hat nämlich dargethan, dass die mächtigen Lössablagerungen China's und anderer Länder dem Transporte und der Ablagerung des Staubes durch die Winde ihren Ursprung zu verdanken haben, und dadurch ist auch die Wahrscheinlichkeit dargethan, dass auch Salztheilchen durch die bewegte Atmosphäre auf grosse Distanzen transportirt werden können.

Aus diesen hier angeführten Gründen glaube ich die neue Theorie der Aufmerksamkeit der Geologen, Meteorologen und Chemiker empfehlen zu können. Letztere werden bei der Vornahme von Salzbestimmungen in atmosphärischen Niederschlägen in der Lage sein, ihre Richtigkeit und Brauchbarkeit endgiltig zu entscheiden.

XVIII. SITZUNG VOM 12. JULI 1877.

Herr Alphons Borrelly in Marseille dankt für den ihm in der diesjährigen feierlichen Sitzung zuerkannten Preis für Entdeckung eines teleskopischen Kometen; Herr Ernst Marno für die ihm zur Herausgabe seines Berichtes über die im Jahre 1874/5 unternommene Reise in die ägyptische Äquatorial-Provinz Sudan und in Kordofân bewilligte Subvention, und Herr Custos Dr. Emil v. Marenzeller für die ihm zum Zwecke der Fortsetzung seiner Studien über die Fauna des Adriatischen Meeres an der dalmatinischen Küste gewährte Reiseunterstützung.

Das w. M. Herr Director Dr. Steindachner übersendet den IV. Theil seiner Abhandlung: „Über die Süsswasserfische des südöstlichen Brasilien und bespricht in derselben die Arten der Siluroiden-Gattungen *Plecostomus*, *Rhinelepis* und *Otocinclus*.

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Rollett in Graz übersendet eine Abhandlung von Dr. Otto Drasch, Assistenten am physiologischen Institute in Graz: „Über das Vorkommen zweierlei verschiedener Gefässknäuel in der Niere“.

Das c. M. Herr Prof. Ad. Lieben übersendet vier Arbeiten, deren eine von Herrn Dr. J. Kachler, die anderen drei von Herrn Dr. O. Zeidler in seinem Laboratorium ausgeführt worden sind.

Dr. Kachler's Arbeit schliesst sich als V. Abhandlung an seine früheren Studien „über die Verbindungen aus der Kamphergruppe“ an.

Dr. O. Zeidler's erste Abhandlung betrifft die im Rohanthracen neben Anthracen vorkommenden Substanzen.

Die zweite Abhandlung Dr. Zeidler's betrifft das Carbazol.

Dr. Zeidler's dritte Mittheilung bezieht sich auf das Verhalten des Kamphers zu Chloralhydrat.

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Zur Theorie der Functionen $C_n^\nu(x)$", von Herrn Prof. Dr. Leopold Gegenbauer in Czernowitz.
2. „Über Binnenzellen in der grossen Zelle (Antheridiumzelle) des Pollenkorns einiger Coniferen", von Herrn Professor A. Tomaschek in Brünn.

Das w. M. Herr Hofrath v. Brücke überreicht eine im physiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. M. Laptschinsky aus Petersburg: „Über die Eigenschaften des dialysirten Hühnereiweisses".

Das w. M. Herr Prof. Ed. Suess legt eine Abhandlung des Herrn Dr. C. Doelter in Graz vor, betitelt: „Der Vulcan Monteferru auf Sardinien".

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Winckler überreicht eine Abhandlung: „Über eine den linearen Differentialgleichungen zweiter Ordnung entsprechende Relation".

Das w. M. Herr Regierungsrath Fenzl legt eine ihm von Herrn Prof. Dr. Adolf Weiss in Prag eingesendete, im pflanzenphysiologischen Institute daselbst ausgeführte Abhandlung von Herrn Dr. Junowicz vor: „Über die Lichtlinie in den Prismazellen mancher Samenschalen".

Herr Th. Fuchs, Custos am k. k. Hof-Mineraliencabinet, überreicht folgende Abhandlungen:

1. „Die Salse von Sassuolo und die Argille scagliose."
2. „Über die Entstehung der Aptychenkalke."
3. „Die Mediterranflora in ihrer Abhängigkeit von der Bodenunterlage."

Herr Dr. A. Schell, Professor an der k. k. technischen Militär-Akademie in Wien, legt eine Abhandlung über das „Stand-Aneroidbarometer" (System Arzberger und Starke) vor und zeigt an einem vorliegenden Exemplare dessen Einrichtung und Wirkungsweise.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. Tome XXII. Nr. 11, 12 et dernier. St. Pétersbourg, Riga, Leipzig, 1876; 4⁰. — Tome XXIII, Nr. 2—8 et dernier. St. Pétersbourg, Riga, Leipzig, 1876; 4⁰. — Tome XXIV, Nr. 1—3. St. Pétersbourg, Riga, Leipzig, 1876; 4⁰. Tome XXVIII. Nr. 2. Pétersbourg, 1876; 8⁰. — Berichterstattung über die 18. Zuerkennung der Uvarov'schen Preise. St. Petersburg, 1876; 8⁰.

Akademie, kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. 13. Heft, Nr. 11—12. Juni 1877. Dresden; 4⁰.

Astronomische Nachrichten. Nr. 2139—2140 (Bd. 90, 3, 4) Kiel, 1877; 4⁰.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIV. Nr. 26. Paris, 1877; 4⁰.

Gesellschaft, anthropologische in Wien: Mittheilungen. VII. Bd. Nr. 6. Wien, 1877; 12⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XII. Band, Nr. 12 & 13. Wien, 1877; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVIII. Jahrgang, Nr. 27. Wien, 1877; 4⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. II. Jahrgang, Nr. 27. Wien, 1877; 4⁰.

Nature. Nr. 401. Vol. XVI. London, 1877; 4⁰.

Nehls, Chr., Wasserbau-Director: Über graphische Integration und ihre Anwendung in der graphischen Statik. Hannover, 1877; 4⁰.

Observatoire de Moscou: Annales. Vol. III. 2ᵉ Livraison. Moscou, 1877; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Jahrgang 1877, Nr. 9. Wien; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. VIIᵉ Année, 2ᵉ Série, Nr. 1. Paris. 1877; 4⁰.

Società di Studiosi in Torino: Archivio per le Scienze mediche. Vol. I. Fascicolo 1⁰—4⁰. Torino, 1876—77; 8⁰.

Société, Botanique de France: Bulletin. Tome XXIV. 1877. Revue bibliographique A. Paris; 8°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1876. Nr. 4. Moscou, 1877; 8°.

Stevens, A. J.: A Speculation concerning molecular Physics. Cambridge, 1877; 12°.

Universität, Kaiserlich Kasan'sche: Sitzungsberichte und Denkschriften. Band XLIII. 1876. Nr. 1—6. Kasan, 1876; gr. 8°.

Verein für siebenbürgische Landeskunde: Archiv. Neue Folge. XIII. Band, 1.—3. Heft. Hermannstadt, 1876—77; 8°. — Jahresbericht für das Vereinsjahr 1875/76. Hermannstadt; 12°. — Programm des Gymnasiums A. B. zu Herrmannstadt für 1875/76. Hermannstadt, 1876; 12°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 27. Wien, 1877; 4°.

Zepharovich, V. v.: Thuringit vom Zirmsee in Kärnten. Separat-Abdruck aus: „Zeitschrift für Krystallographie etc.“ I. 4. Leipzig, 1877; 8°.

Die Süsswasserfische des südöstlichen Brasilien. (IV.)

Von dem w. M. Dr. **Franz Steindachner.**

(Mit 2 Tafeln.)

Gatt. **Plecostomus** sp. Art. Gthr.

4. Art. ***Plecostomus Lütkeni*** n. sp.

Syn. *Plecostomus lima* Steind., Süsswasserf. des südöstlichen Bras. (III) pag. 21 (im Separatabdr.), nec *Plecost. lima* Ltk. (Rhdt.) Velhas-Flod. Fiske.

Die von mir l. c. als *Plecostomus lima* gedeutete Art fällt nicht mit mit der von Dr. Lütken als *P. lima* beschriebenen Art Velhas-Flodens Fiske, Vidensk. Selsk. Skr., 5 Raekke, naturv. og math. Afd. XII. 2, pag. 140) zusammen, wie ich früher annehmen zu können glaubte, sondern ist von letzterer specifisch verschieden, daher ich für erstere nunmehr den Artnamen *Plec. Lütkeni* wähle. Der früher von mir gegebenen Beschreibung, welche volle Gültigkeit hat, will ich nur hinzufügen, dass bei sehr alten Exemplaren der Augendiameter $5^1/_2$—6mal in der Kopflänge bis zur Deckelspitze enthalten sei.

Der Hauptunterschied zwischen *Plec. Lütkeni* und *Plec. lima* besteht darin, dass bei letzterer Art die Bauchfläche und die Brustgegend vollständig mit kleinen rauhen Schildchen besetzt ist, während bei *Plec. Lütkeni* m. die Unterseite des Rumpfes bei jungen Individuen vollkommen glatt ist und nur bei älteren Individuen am Seitenrande und bei älteren Exemplaren häufig auch längs der Mitte der Bauchfläche eine mehr oder minder schmale Längsbinde sich entwickelt, so dass noch immer der grösste Theil oder mindestens die Hälfte der Bauchfläche nackthäutig bleibt.

Die ganze Unterseite der Schnauze ist bei jungen Individuen von *Plec. Lütkeni* vollkommen glatt, bei älteren aber

entwickeln sich daselbst zahlreiche Granulirungen mit Ausnahme einer stets nackthäutigen runden Stelle an der abgestumpften Schnauzenspitze.

Plec. Lütkeni ist nach den gegenwärtigen Erfahrungen auf die Küstenflüsse des südöstlichen Brasiliens beschränkt und kommt, wie schon früher erwähnt, sehr häufig im Rio Parahyba R. Mucuri, R. San Antonio, R. Quenda, R. de Pedra vor und fehlt dem Stromgebiete des Rio S. Francisco.

Gatt. **Rhinelepis** Spix.

1. Art. ***Rhinelepis Parahybae*** n. sp.

Char. Kopf im Umkreise parabolisch, etwas flachgedrückt. Hinterhauptschild nach hinten in einen spitzen Fortsatz endigend, mit stumpfer mittlerer Längsleiste. Bauch und Brust bis auf einige wenige, zerstreut liegende Granulationen zwischen der Basis der Pectoralen und zwischen jener der beiden Ventralen, so wie einer schmalen Reihe kleiner

---

Note. Dr. Lütken reiht in seiner Abhandlung über die Fische des Rio das Velhas *Plecostomus Robini* Gthr. (Catal. V. p. 236) unter die *Synonyma* von *Plec. lima* Ltk. (Rhdt.). Meiner Ansicht nach ist diese Vermuthung unbegründet, da bei *Plec. Robini* Gthr. Brust- und Bauchfläche wie bei *Plec. Lütkeni* m. nahezu oder vollkommen glatt ist und die Dorsale an Höhe jener von *P. lima* bedeutend nachsteht.

Die Zähnelung der Rumpfschilder ist endlich bei *P. Robini* viel zarter und schwächer als bei *P. lima*.

Die äusserste Spitze der horizontal zurückgelegten Dorsale fällt bei *P. Robini* mindestens um 3 Rumpfschilder-Längen vor den Stachel der Fettflosse und 7—8 Schilder liegen zwischen der Basis des letzten Dorsalstachels und der der Fettflosse, während bei *Plec. lima* die zurückgelegte Dorsale mit der Spitze ihrer Strahlen die Basis der Fettflosse erreicht und nur 6 (bei alten Individuen vielleicht 7) Schilder zwischen beiden Flossen am Rücken liegen.

Dagegen dürfte vielleicht die von mir als *P. Johnii* beschriebene Art nur als eine Localvarietät von *P. lima* Ltk. zu betrachten sein, da der Unterschied zwischen beiden Arten hauptsächlich nur darin liegt, dass bei *P. Johnii* ein bald stumpfer, bald ziemlich scharf vorspringender Längskiel über die Mitte des Hinterhauptschildes zieht und auch die Nackenschilder zart gekielt erscheinen, während bei den von mir untersuchten, allerdings nur sehr kleinen typischen Exemplaren von *P. lima* jede Spur einer Leiste oder eines Kieles fehlt.

Schilder am Seitenrande des Bauches glatt. Rumpfschilder dicht der Länge nach gestreift, ziemlich rauh, doch ohne stark vorspringende Kiele oder grössere Randzähne. Posthumeralleiste stumpf.

D. 1/7. V. 1/5. A. 1/5. P. 1/6. L. lat. 25—26.

Beschreibung.

Unter den wenigen bisher bekannten *Rhinelepis*-Arten (*Rh. strigosa* und *Rh. aspera*) nähert sich die hier zu beschreibende Art der *Rh. aspera* Spix, Agass. am meisten, und zwar durch den Mangel von stark vorspringenden Leisten und Stacheln an den Kopf- und Rumpfschildern.

Die Kopflänge bis zur Spitze des Hinterschildes ist c. $3^1/_6$ mal, die grösste Breite des Kopfes zwischen den Deckelstücken nahezu 4mal in der Körperlänge, die Länge der Schnauze nicht ganz $1^3/_4$mal, die grösste Kopfhöhe unter der Spitze des Hinterhauptschildes fast 2mal, der Augendiameter c. $6^2/_3$mal, die Stirnbreite c. $2^1/_2$mal in der Kopflänge enthalten.

Die Schnauze ist ziemlich stark deprimirt, vorne bogenförmig gerundet und rings um den Vorderrand, sowie an der Oberseite bis zu den Narinen mit unregelmässig gestalteten, theilweise stark gewölbten Schildern versehen, welche bedeutend kleiner als die mittleren Schilder der Zügelgegend und die übrigen oberen Kopfschilder sind.

Die Unterseite der Schnauze ist seitlich mit zahlreichen, kleinen, rauhen Schildchen besetzt, nur der mittlere Theil der unteren Schnauzenfläche und das vordere nicht sehr breite, etwas wulstige Mundsegel sind glatthäutig. Das hintere Mundsegel zeichnet sich durch starke Entwicklung aus, ist schwach bogenförmig gerundet, ganzrandig und papillös. Die Mundspalte ist sehr breit; die zahlreichen, ziemlich langen Kieferzähne sind mit der goldbraunen, gabelig getheilten Spitze eingebogen.

Die Eckbarteln stehen dem Auge ein wenig an Länge nach.

Der vordere Augenrand ist bis zu den Narinen wulstförmig erhöht.

Die Stirne erscheint querüber sehr schwach eingedrückt und die obere Schnauzenleiste, welche zwischen den Narinen beginnt, ist stumpf und nur von geringer Höhe.

Wenige, sehr zarte, kurze Zähnchen liegen am freien Rande der Deckelstücke.

Das grosse, blattförmige, dreizackige Schläfenschild ist in der Regel viel tiefer gefurcht als die übrigen Kopfschilder, welche dicht mit kurzen, zarten Zähnchen besetzt sind. Unter der mittleren Spitze des Schläfenschildes liegt eine Gruppe kleiner Schildchen, zwischen welchen die Seitenlinie bereits mit 2—3 Canälen mündet.

Die Nackenschilder zeigen keine kielförmige Erhebung und bilden 3 Reihen bis zur Dorsale; die beiden vordersten derselben sind durch die Spitze des Hinterhauptschildes vollständig von einander getrennt, das folgende Paar ist von bedeutender Grösse, breiter als lang; das 3. verschmälert sich gegen den mittleren Rand mehr oder minder bedeutend. Ein hufeisenförmig gestaltetes Schild umschliesst die vorderen Strahlen der Dorsale nach vorne und aussen. 12 Schilderpaare liegen zwischen der Basis des letzten Dorsalstrahles und dem obersten schuppenförmigen Randstrahle der langen Caudale, welche am hinteren Rande halbmondförmig eingebuchtet ist.

Die Dorsale erreicht keine besondere Höhe und ist am oberen Rande mehr oder minder schwach convex. Die Höhe der Dorsale steht nicht selten der Basislänge der Flosse ein wenig nach, oder übertrifft letztere nicht bedeutend.

Die Stachelstrahlen der Dorsale, Ventrale und Pectorale sind unter sich an Länge nur wenig verschieden und gleichen in dieser Beziehung der Entfernung des hinteren Augenrandes von der Schnauzenspitze. Der Pectoral- und Ventralstachel ist deprimirt und ersterer am Aussenrande, letzterer an der Unterfläche mit etwas gröberen und ein wenig längeren Zähnchen (besonders gegen die Spitze zu) besetzt, als an den übrigen Theilen. Hackenzähne fehlen.

Die Spitze des Pectoralstachels überragt ein wenig die Basis der Ventralen und der Ventralstachel reicht genau oder nahezu bis zum Beginne der Anale.

Rücken chocoladbraun, Flossen etwas dunkler. Bauchfläche schmutzig bräunlichgelb.

Diese Art erreicht eine Länge von 32 Cm. und ist bisher nur aus dem Parahyba bekannt.

Gatt. Otocinclus Cope.

1. Art. *Otocinclus affinis* n. sp.

Char. Kopf und Rumpf dicht bestachelt. Ziemlich grosse Gruben am Schläfenschilde. 24 Schilder längs der Seitenlinie am Rumpfe. Augendiameter 4mal in der Kopflänge bis zur Spitze des Hinterhauptschildes enthalten. Eckbarteln vorhanden, zart. Eine dunkle Binde längs der Mitte der Rumpfseiten.

D. 1/7. A. 1/5. V. 1/5. P. 1/6. C. lat. 23—24.

Beschreibung.

Diese kleine Art ist sehr nahe mit *Otocinclus vestitus* Cope (Proc. Acad. of natur. Scienc. of Philad. 1871, pag. 283) verwandt, stimmt mit letzterer in der Form und Zeichnung des Körpers überein und unterscheidet sich von letzterer durch die grössere Zahl der Rumpfschilder längs der Seitenlinie und durch die geringere Grösse des Auges. Auch sind die Eckbarteln deutlich entwickelt, während diese bei *Otocinclus vestitus* Cope angeblich fehlen sollen, wahrscheinlich aber nur wegen ihrer geringen Länge und Zartheit übersehen worden sein dürften.

Der Kopf ist im Umkreise oval, an der Oberseite querüber schwach gebogen, die obere Profillinie desselben erhebt sich ziemlich gleichförmig und rasch bis zur langen Spitze des Hinterhauptschildes.

Die grossen Augen liegen vollkommen seitlich und reichen nicht bis zum unteren Seitenrand des Kopfes herab. Sie sind nahezu gleich weit von der Schnauzenspitze wie vom hinteren Ende des Hinterhauptschildes entfernt.

Der Kopf ist mit Ausnahme des hinter dem hinteren Mundsegel gelegenen mittleren Theiles der Unterseite vollständig mit Schildern bedeckt, welche so dicht mit ziemlich langen, schwach hakenförmig gebogenen Zähnen bewaffnet sind, dass die Umrisse der einzelnen Kopfschilder äusserlich nicht deutlich wahrnehmbar sind.

Das grosse Schläfenschild ist stark grubig wie bei der typischen Art der von Prof. Cope aufgestellten Gattung *Otocinclus*.

doch glaube ich nicht, dass dieser Eigenthümlichkeit eine besondere Wichtigkeit beigemessen werden kann, da diese Gruben bei einer dritten Art fehlen.

Der Zwischendeckel ist in der Regel mit dem Kiemendeckel zu einem einzigen Knochen verschmolzen und nur bei einem Exemplare unserer Sammlung auf einer Kopfseite als ein besonderes Schild entwickelt.

Ähnlich verhält es sich auch bei der später zu beschreibenden dritten Art, welche gleichfalls in die Gattung oder Subgattung *Otocinclus* einzureihen ist.

Die von Dr. Günther und Cope ausgesprochene Ansicht, dass bei *Hypoptopoma* und *Otocinclus* das an der Unterseite des Kopfes zunächst unter dem Auge gelegene grosse Schild als Zwischendeckel zu deuten wäre, kann ich somit nicht theilen, zumal auch bei *Plec. Werthheimeri* m. dieses untere Kopfschild neben dem ziemlich grossen Interoperculum vorkommt.

Brust- und Bauchseite sind wie bei *Hypoptopoma* vollständig mit 2—3 Reihen querschienenartiger Schilder bedeckt, welche wie die übrigen Rumpfschilder und die Stachelstrahlen der Dorsale, Ventrale und Anale und die langen Randstrahlen der Caudale dicht mit Hakenzähnen besetzt sind.

Bei den mir zur Untersuchung vorliegenden Exemplaren fehlt eine Fettflosse. Der Stachel der Dorsale ist länger, aber schwächer als der Pectoralstachel, dessen Spitze die Basis der Anale nur wenig überragt.

Gegen die Caudale zu ist der Rumpf comprimirt.

Körper oben und seitlich olivenfarben, eine braune Binde zieht vom hinteren seitlichen Kopfende bis zur Basis der Caudale.

Fundort: Flüsschen bei S. Crux in der Umgebung von Rio Janeiro.

Das grösste der hier beschriebenen Exemplare ist 33 Mm. lang.

2. Art. *Otocinclus maculicauda* n. sp.

Char. Schläfenschild ohne grössere Gruben. Auge klein, ziemlich hoch an den Seiten des Kopfes gelegen, c. 7mal in der Kopflänge bis zur Spitze des Hinterhauptschildes enthalten. Eckbarteln und Fettflosse vorhanden. Brust und Bauch

vollständig mit Schildern bedeckt. Kiemen und Zwischendeckel in einen Knochen verwachsen, an dem jedoch zuweilen äusserlich eine Naht sichtbar ist. Eine dunkle Längsbinde an den Seiten des Rumpfes, welche im vorderen Theile der Caudale zu einem grossen Fleck sich ausbreitet. Kopf- und Rumpfschilder minder rauh oder schwächer gezähnt als bei *O. affinis.*

D. 1/7. P. 1/6. A. 1/5. V. 1/5. L. lat. 24.

Beschreibung.

Die Körpergestalt ist bedeutend gestreckter, die Schnauze länger und vorne breiter gerundet, das Auge viel kleiner, das Hinterhauptschild minder stark zugespitzt und die Pectorale länger als bei *Otoc. affinis.*

Das Hinterhauptschild ist etwas gröber gestreift als die übrigen Kopfknochen und zeigt keine besonderen grubenförmigen Vertiefungen wie *Otoc. vestitus* und *O. affinis.*

Zwischen- und Kiemendeckel sind in ein einziges Knochenstück verwachsen, doch bemerkt man zuweilen an der Vereinigungsstelle derselben eine deutliche Spur einer Naht, so bei 2 Exemplaren unserer Sammlung auf einer Seite des Kopfes.

Die einzelnen Kopfknochen sind schwächer gezahnt als bei *O. affinis*, es sind daher die Umrisse derselben deutlich sichtbar, nur der Randtheil der Schnauze trägt grössere gebogene Zähne.

Das hintere Mundsegel ist stark entwickelt, bogenförmig gekrümmt, papillos. Die Eckbarteln sind sehr kurz und zart.

Die Kopflänge bis zur Spitze des Hinterhauptes ist nahezu 3mal in der Körperlänge, die Schnauzenlänge c. $1^3/_4$mal, die Stirnbreite c. $2^3/_5$mal, die grösste Kopfbreite zwischen den Deckeln c. $1^1/_2$mal, der Diameter des Auges c. 7mal in der Kopflänge enthalten.

Brust und Bauch sind wie bei *O. vestitus* und *O. affinis* mit Schildern bedeckt, doch lassen letztere bei einem Exemplare unserer Sammlung zunächst der Insertionsstelle der Ventrale einige Stellen der Haut frei. Die Pectoralen sind ziemlich lang und reichen zurückgelegt noch über die Längenmitte der viel kürzeren Ventralen hinaus.

Die Pectoralstachel ist nicht unbedeutend stärker als der Dorsalstachel und etwas gröber gezähnt und länger als letzterer.

Die Dorsale ist c. 2mal höher als lang und der obere hintere Rand derselben schief gestellt. Die Länge der am hinteren Rand tief eingebuchteten Caudale steht der Kopflänge ein wenig nach.

Die Gattung *Otocinclus* Cope unterscheidet sich von der Gattung *Hypoptopoma* durch die Form des Kopfes; letztere ist bei *Hypoptopoma* so stark plattgedrückt, dass eine seitliche Kopffläche nicht zur Entwicklung kommt; die Augen liegen am Seitenrande des Kopfes und fallen zum Theile noch auf die Unterseite des Kopfes.

Bei *Otocinclus* Cope ist die Form des Kopfes nicht wesentlich von der der *Plecostomus*-Arten verschieden; die Augen liegen an der seitlichen Kopffläche und reichen nicht bis auf die Unterseite des Kopfes herab. Bei *Otocinclus* wie bei *Hypoptopoma* ist Brust und Bauch mit queren Schildern bedeckt. Zwischen- und Kiemendeckel sind in ein einziges Knochenstück verwachsen, an welchem zuweilen eine zarte Naht äusserlich sichtbar ist; bei beiden Gattungen kommen Eckbarteln vor;[1] die Fettflosse ist, wenn vorhanden, nur schwach entwickelt. Abgesehen von der Form des Kopfes findet sich kein wesentlicher Unterschied zwischen den Gattungen *Hypoptopoma* und *Otocinclus* vor, da das Vorkommen von grubigen Schläfenschildern meines Erachtens nur für die Unterscheidung der Arten von Wichtigkeit ist und kein triftiger Grund vorliegt, die von mir als *Otocinclus caudimacula* beschriebene Art in eine besondere Gattung zu reihen.

---

[1] Das Wiener Museum besitzt von *Hypoptoma thoracatum* Gthr. und von *H. bilobatum* Cope 5 Exemplare; von diesen fehlen keinem einzigen die Eckbarteln und nur zweien die Fettflosse.

ANHANG.

Plecostomus Vaillanti n. sp.

Char. Kopf mässig deprimirt, im Umkreise parabolisch. Mittleres Occipitalschild längs der Mitte stark erhöht und nach hinten in einen abgestumpften Fortsatz endigend. Leiste zwischen dem Auge und den Narinen stark entwickelt; obere Augenränder erhöht. Schnauze vollständig, auch an der Spitze mit kleinen rauhen Schildern dicht besetzt, ebenso die ganze Bauchfläche. Mit Ausnahme einer Posthumeralleiste und einer nur schwach angedeuteten paarigen kurzen Nackenleiste sämmtliche Rumpfschilder ohne vorspringende Kiele oder Leisten. Oberseite des Kopfes vor dem Auge mit kleinen, in der Schläfengegend und am Hinterhaupte mit etwas grösseren dunkelgoldbraunen Flecken auf viel hellerem Grunde dicht besetzt, die bei manchen Exemplaren zum grösseren Theile zu wurmförmig gebogenen Linien, schmalen Quer- und Längsstreifen zusammenfliessen. Flecken am Rumpfe und auf den Flossen bedeutend grösser. Unterseite des Kopfes, Brust und Bauch gleichfalls gefleckt. Kopflänge bis zur Deckelspitze bei jungen Individuen nahezu, bei älteren etwas mehr als 4mal, bis zur Spitze des Hinterhauptschildes c. $3-3^1/_3$mal, bis zum hinteren Rande des grossen Schläfenschildes $2^6/_7$ bis unbedeutend mehr als 3mal in der Körperlänge enthalten. Schnauzenlänge $1^3/_4-1^3/_5$mal, Stirnbreite $2^1/_2-2^3/_5$mal, Augendiameter $6^2/_5-6^3/_4$mal in der Kopflänge bis zur Spitze des mittleren Occipitalschildes enthalten.

Dorsale ein wenig oder ziemlich bedeutend höher als lang, mit säbelförmig gebogenem, ziemlich schlankem Stachel, am oberen schiefgestellten Rande sehr schwach convex, mit der Spitze des zurückgelegten letzten Strahles die Basis der Fettflosse nicht ganz erreichend. 6 Schilder

zwischen der Basis des letzten Dorsalstrahles und dem aufgerichteten stachelähnlichen Stützschilde vor dem Stachel der Fettflosse. 14 Schilder zwischen der Anale und dem ersten unteren kurzen Stützstrahle der Schwanzflosse. 27 Schilder längs der Seitenlinie.

Caudale tief eingebuchtet mit bedeutend längerem unteren Lappen. Pectoralstachel kräftig, stark deprimirt, etwas länger oder ebenso lang wie der schwächere Dorsalstachel, mit seiner Spitze über die Einlenkungsstelle der Ventrale zurückreichend.

D. 1/7. A. 1/4. P. 1/6. V. 1/5. L. lat. 27.

Beschreibung.

Die Körpergestalt ist gestreckt, der Schwanzstiel schlank und stark comprimirt.

Die Schnauze verschmälert sich nur allmälig nach vorne und endigt daselbst stark abgestumpft. Die Seiten derselben sind unter der scharf ausgeprägten Leiste, die vom vorderen Augenrande auslaufend noch ein wenig über die vordere Narine hinausreicht, stark eingedrückt.

Die Entfernung der vorderen Narine von dem vorderen Rande des kleinen kreisförmigen Auges gleicht dem Durchmesser des letzteren. Der Augenrand springt nach oben schwach wulstförmig vor und diese stumpfe Erhöhung setzt sich auch hinter dem Auge in horizontaler Richtung bis zum hinteren Rande des Schläfenschildes fort.

Die Stirne ist querüber nahezu flach und an Breite c. $2^3/_5$ Augendiametern gleich. Die breite stumpfe Erhöhung des mittleren Occipitalschildes erstreckt sich über die ganze Länge dieses Knochens, welcher nach hinten in einen mehr oder minder kurzen Fortsatz endigt, dessen Spitze abgestumpft ist.

Auf den 3 folgenden Nackenschildern bemerkt man nur eine schwache Andeutung einer paarigen Nackenleiste.

Das grosse Schläfenschild ist ebenso zart gestreift und gezähnt wie die übrigen Kopfschilder.

Die Kiefer sind mit ziemlich grossen, zahlreichen Zähnen besetzt, deren hell goldgelbe, zweizackige abgestumpfte Spitze nach innen eingebogen ist. Beide Mundsegel sind ganzrandig;

das hintere Segel ist bogenförmig gerundet und dicht mit Papillen besetzt, die gegen den hinteren Rand allmälig an Grösse abnehmen. Die Eckbarteln erreichen die Länge eines Auges.

Die grösste Leibeshöhe unmittelbar vor der Dorsale erreicht nahezu die Länge der Schnauze. Die Kopfbreite zwischen den hinteren Rändern der Zwischendeckel, die mit kurzen Randzähnen besetzt sind, ist ein wenig beträchtlicher als die Entfernung der Schnauzenspitze vom hinteren Augenrande (bei einem Exemplare von 22 Cm. in der Totallänge).

Der Dorsalstachel ist wie der Stachel der Pectorale schwach säbelförmig gebogen und c. um einen Augendiameter kürzer als der Kopf (bis zur Spitze des mittleren Occipitalschildes gemessen). Die Basislänge der Dorsale gleicht der Entfernung der Schnauzenspitze von dem hinteren Augenrande, der Abstand des letzten Dorsalstachels von dem Stachel der Fettflosse kommt der Schnauzenlänge gleich. Die Basis des Dorsalstachels endlich ist ebenso weit von der Schnauzenspitze wie von der Basis des Fettflossenstachels entfernt.

Die Länge des breiten, stark deprimirten Pectoralstachels erreicht nahezu eine ganze Kopflänge (bis zur Spitze des mittleren Occipitalschildes) bei dem grössten der mir zur Beschreibung vorliegenden Exemplare von 22 Cent. Länge.

In der hinteren grösseren Längenhälfte des Pectoralstachels liegen am gerundeten äusseren Rande gröbere und ein wenig längere Zähne als an der breiten Oberseite. Eine Reihe etwas grösserer Zähne nehmen auch den inneren oberen Rand des Pectoralstachels ein. Eigentliche Hakenzähne fehlen bei sämmtlichen mir zur Untersuchung vorliegenden 5 Exemplaren.

Der Stachel der Ventrale ist unbedeutend kürzer als der der Dorsale und reicht genau oder nahezu bis zur Basis des letzten Analstrahles.

Die Schwanzflosse ist am hinteren, schief gestellten Rande halbmondförmig eingebuchtet.

Der untere grosse Randstrahl der Caudale ist bei sämmtlichen Exemplaren unserer Sammlung an der Spitze abgebrochen und dürfte an Länge mindestens der Entfernung der Schnauzenspitze von dem Beginne der Rückenflosse gleichen, während der obere

säbelförmig gebogene Randstrahl nicht ganz eine Kopflänge erreicht.

Die Schilder der vorderen Rumpfhälfte sind an der Aussenfläche zarter gezähnt, als die nachfolgenden. Am Schwanzstiele bilden diese Zähne regelmässige, ziemlich stark hervortretende Längsreihen, von denen die mittleren insbesondere in der 4. Schilderreihe nach hinten in etwas längere Zähne als die übrigen endigen.

Die Flecken am Kopfe sind bedeutend kleiner als die des Rumpfes und nehmen gegen den Rumpf ein wenig an Grösse zu. Der bei weitem grösste Theil der Kopfflecken vereinigt sich zu wurmförmig geschlängelten zarten Streifen auf der Schnauze und Stirne oder aber zu etwas breiteren schwach gebogenen Streifen am Hinterhaupte und am Schläfenschilde.

Die Flecken am Rumpfe sind rundlich und zunächst der Rückenlinie am grössten. Sämmtliche Flecken auf den Flossen liegen in regelmässigen queren oder schiefen Reihen. Die Flecken auf der Dorsale sind grösser als die auf den übrigen Flossen und bilden 2 Reihen zwischen je 2 auf einander folgenden Strahlen.

Auch die Bauchseite ist mit ziemlich grossen regelmässig gestalteten Flecken geziert, welche gegen die Brustgegend zu ein wenig an Umfang abnehmen und auf letzterer zum grössten Theile zu kurzen Streifen und Halbringen zusammenfliessen.

Fundort: Rio Preto.

Rhinelepis Agassizii n. sp.

Char. Oberseite des Kopfes stark gewölbt, Umkreis desselben fast parabolisch. Nackenschild längs der Mitte stumpf erhöht, nach hinten zugespitzt endigend. Deckel und Zwischendeckel am freien Rande mit Borsten besetzt. Kopf und Rumpfschilder grob gestreift, letztere mit stark vorspringenden medianen Längskielen. Unterseite des Kopfes (mit Ausnahme der Mundsegel und eines schmalen Raumes hinter dem hinteren Segel) und Bauch mit kleinen unregelmässig gestalteten Schildern dicht besetzt. Eine Reihe grosser Schilder am Seitenrande der Bauchfläche.

Kopflänge 3—$3^1/_2$mal in der Körperlänge, Augendiameter 6—$6^4/_5$mal, Stirnbreite $2^2/_5$—2mal, Schnauzenlänge 2—$1^6/_7$mal, Kopfbreite zwischen den Deckeln $1^1/_5$ bis nahezu 1mal, Kopfhöhe unter der Spitze des Hinterhauptschildes nicht ganz $1^2/_3$—$1^2/_5$mal in der Kopflänge bis zum hinteren Ende des mittleren Hinterhauptschildes enthalten. Körper schwärzlichbraun, Flossen mit schwarzen Flecken.

D. 1/7. P. 1/6. V. 1/5. A. 1/5. L. lat. 22—25.

Beschreibung.

Die Körpergestalt dieser schönen Art ist gedrungen, die Oberseite des Kopfes und die Seiten des Rumpfes sind gewölbt, nur unmittelbar vor dem Beginne der Caudale ist der Körper comprimirt. Der ganze obere Theil der Schnauze, der zwischen den Narinen bis zur Schnauzenspitze herab liegt, wird von kleinen Schildern bedeckt; der seitliche Schnauzenrand ist nach hinten bis zur Interoperkel-Gegend aufgeworfen und minder grob gestreift und gefurcht als der übrige Theil der oberen und seitlichen Kopfflächen. Das Schläfenschild dagegen zeigt eine gröbere Streifung als vorangehende Kopfschilder. Da der Kopf von der Augengegend an nach vorne rasch an Breite abnimmt, ist die weit vorne gelegene Mundspalte nur mässig in die Breite entwickelt.

Das hintere, ganzrandige Mundsegel trägt zahlreiche, ziemlich spitze Papillen. Die Eckbarteln sind zart und länger als das kreisrunde Auge. Die Kieferzähne sind an der goldgelben, gabelig getheilten Spitze eingebogen.

Die Dorsale ist etwas höher als lang. Der Stachel der Flosse erreicht genau oder nahezu eine Kopflänge, ist aber von keiner besonderen Stärke. In dieser Beziehung übertrifft ihn weitaus der bald ebenso lange, bald bedeutend kürzere Pectoralstachel, der mit seiner Spitze genau oder nahezu an die Basis des viel schwächeren aber nur unbedeutend kürzeren Ventralstachels zurückreicht.

Der untere längere Randstrahl der Caudale, welche in schiefer Richtung halbmondförmig eingebuchtet ist, kommt an

Länge der Entfernung der Basis des Dorsalstachels von der Schnauzenspitze gleich.

10—11 Schilder liegen zwischen der Basis des letzten Dorsalstrahles und der des ersten oberen Stützstrahles der Caudale.

Sämmtliche Rumpfschilder sind grob gestreift und fühlen sich sehr rauh an, die einzelnen Furchen und erhöhten Streifen sind insbesondere in der vorderen Rumpfhälfte schwach wellenförmig gebogen.

Die Kiele der Rumpfschilderreihen erheben sich merklich gegen das hintere zugespitzte Ende der einzelnen Schilder und tragen daselbst einige etwas längere, aber zarte Zähnchen.

Die vordersten 4 Schilder der 4. Reihe zeichnen sich durch ihre besondere Grösse aus. Gegen den Schwanz zu nehmen die Rumpfschilder rasch an Umfang ab.

Die Flecken auf den Flossen sind bei jüngeren Individuen deutlich sichtbar, bei alten Exemplaren bemerkt man sie kaum, da die Grundfarbe der Flossenhaut selbst nahezu schwarz wird.

Rhinelepis Agassizii wurde zuerst während der Thayer-Expedition im See Manacapouru entdeckt; ich habe daher diese interessante neue Art dem Andenken des berühmten Leiters dieser Expedition gewidmet, zumal zwei der im Wiener Museum befindlichen Exemplare ein Geschenk des Prof. L. Agassiz sind. Drei etwas grössere Exemplare von c. 28 Cm. Länge, erhielt ich von einem Naturalienhändler aus dem Amazonenstrome ohne nähere Angabe des Fundortes.

Erklärung der Tafeln.

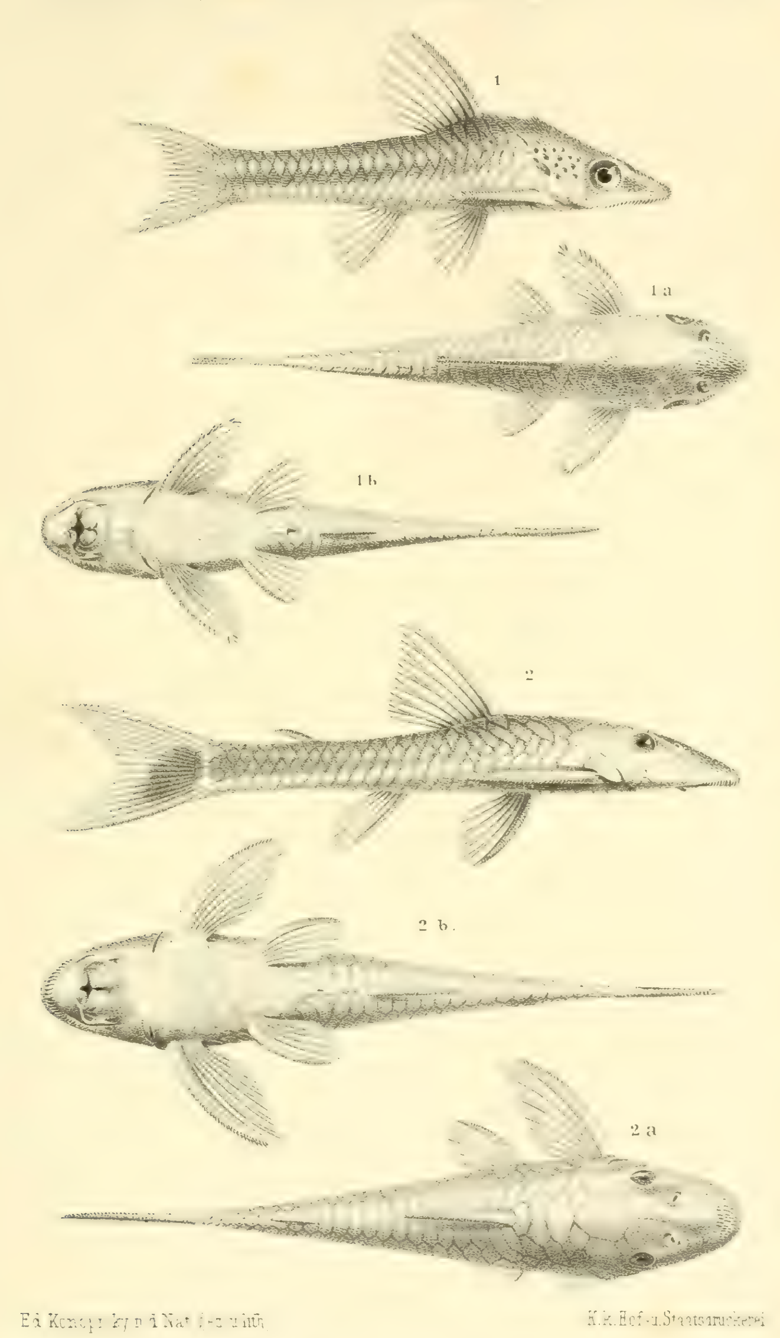
Tafel I.

Fig. 1, 1*a*, 1*b*. *Otocinclus affinis* n. sp.

Fig. 2, 2*a*, 2*b*. *Otocinclus maculicauda* n. sp.

Tafel II.

Rhinelepis Parahybae n. sp.



Ed. Konopicky n. d. Nat. gez. u. lith. K. k. Hof- u. Staatsdruckerei





Ed. Konopicky n. d. Nat. gez. u. lith.

K. k. Hof- u. Staatsdruckerei



Die Salse von Sassuolo und die Argille scagliose.

Von **Theodor Fuchs.**

(Mit 2 Holzschnitten.)

Die Salsen von Sassuolo, beiläufig zwei Meilen südlich von Modena, haben seit langer Zeit als die nächstliegenden Beispiele noch jetzt thätiger Schlammvulkane eine gewisse Berühmtheit erlangt, und namentlich waren sie es, auf welche sich mit besonderer Vorliebe jene italienischen Geologen beriefen, welche die *Argille scagliose* für das Product von Schlammvulkanen erklärten.

Bei dem grossen allgemeinen Interesse, welches mir diese Frage zu haben scheint, war es wohl natürlich, dass ich während der Reise, welche ich im verflossenen Frühlinge zur weiteren Verfolgung meiner Tertiärstudien durch das nördliche Italien unternahm, einen mehrtägigen Aufenthalt in Bologna benutzte, um einen kleinen Abstecher nach Sassuolo zu machen, um mich hier, wo möglich, durch den Augenschein von dem fraglichen Sachverhalt zu überzeugen.

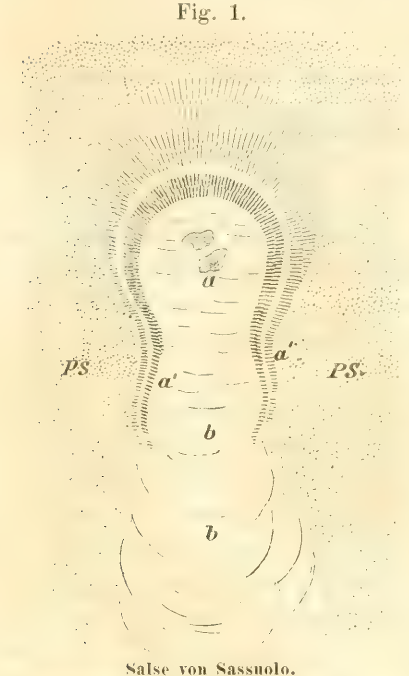
Ich kann nun sagen, dass mir mein Ausflug vollkommen gelang und ich meinen Zweck vollständig erreichte.

Die Übereinstimmung der hier an zahlreichen Orten auftretenden *Argille scagliose* mit den Ergüssen der Salse ist in jeder Beziehung eine so vollkommene, dass meiner Ansicht nach jeder Laie von der Identität dieser beiden Bildungen überzeugt sein muss und ich vorschlagen würde, für diese Art der *Argille scagliose* anstatt der bisher gebräuchlichen unbestimmten und häufig falsch angewendeten Bezeichnung, einfach den Ausdruck „Salsenterrain“ anzuwenden.

Die von mir besuchte Salse befindet sich nach meiner Schätzung ungefähr 600 Fuss über dem Strassenniveau auf den ersten hinter Sassuolo gelegenen Vorhügeln des Pliocängebirges und besteht im Wesentlichen aus einem wohlerhaltenen Krater

und einem ansehnlichen Schlammergusse, welcher, die westliche Wand des Kraters niederbrechend, in mehreren Absätzen den Fuss des Hügels erreicht und sich breit auseinanderfliessend wie ein unförmlicher Schuttkegel ausbreitet. (Fig. 1.)

Fig. 1.



Salse von Sassuolo.
a Krater mit zwei kleinen Wassertümpeln.
a' Durch den Schlammstrom auf die Seite geschobener Kraterrand.
b Schlammstrom. — P. S. Pliocaener gelber Sand mit Conchylien. —

Die Unterlage des Kraters ist, wie bereits erwähnt, Pliocänterrain, welches in der Tiefe aus blauen Subpenninthonen, an der Oberfläche aber, in der unmittelbaren Umgebung des Kraters aus gelben Sanden besteht. Der Thon sowohl als der Sand sind petrefactenführend und ist der letztere namentlich so sehr von Conchylienschalen erfüllt, dass die Äcker in der Umgebung des Kraters oft wie besät damit erscheinen.

Der Krater, welcher auf den Unvorbereiteten den Eindruck eines künstlich aufgeworfenen Ringwalles macht, hat einen Durchmesser von beiläufig 12° und besteht fast ausschliesslich aus einer Anhäufung von Scherben von Flyschgestein, welche wohl aus bedeutender Tiefe durch das Pliocänterrain heraufgebracht sein müssen, da das Flyschgebirge erst beiläufig eine Meile südlich von diesem Punkte beginnt. Die Wände des Kraters fallen nach innen steil ab, während sie sich nach aussen mehr allmälig verflachen. Die Höhe von aussen angesehen beträgt 6°, die Tiefe des Kraters im Innern 3°. Der Boden des Kraters ist eben, besteht aus einem graulichgelben, mit Flyschscherben erfüllten Lehm und zeigt zwei kleine Wassertümpel, aus denen fortwährend Gasblasen aufsteigen.

Die westliche Seite des Kraters ist wie bereits erwähnt von dem Schlammstrom durchbrochen und man sieht deutlich,

wie die auseinandergeschobenen Theile desselben den Strom zu beiden Seiten als zwei niedrige Wälle begleiten, ähnlich den Seitenmoränen eines Gletschers.

Was den Schlammstrom selbst anbelangt, so besteht derselbe aus einer blaulichgrauen Paste von talkig-mergeliger Beschaffenheit, die ganz mit Scherben und grösseren Blöcken von Flyschgestein beladen ist. Die Blöcke erreichen eine Grösse von 2′ und sind ebenso wie die Scherben ohne Ausnahme vollständig eckig, ohne Spur einer stattgehabten Abrollung. Die Scherben sind zuweilen so dicht, dass sie die Paste fast verdrängen, an andern Punkten tritt jedoch die letztere wieder mehr in den Vordergrund. Die Structur des Stromes lässt sich am besten studiren, wo derselbe von Regenwässern durchfurcht ist, die bisweilen eine Tiefe von 3° erreichen. Man sieht alsdann die blaugraue, schmierige Paste in vollkommen regelloser Weise von Scherben und Blöcken erfüllt. Von Schichtung ist niemals eine Spur zu entdecken, das Ganze gleicht vielmehr entweder einer festgestampften Masse oder man glaubt auch hie und da Spuren einer stattgehabten rollenden Bewegung zu erkennen.

Ich muss hier noch ausdrücklich hervorheben, dass die oft erwähnte Grundpaste des Stromes keineswegs etwa mit dem blauen Mergel des Pliocäns überinstimmt, sondern sich stets durch eine eigenthümlich talkige Beschaffenheit auf das Bestimmteste von demselben unterscheidet, so wie ich überhaupt trotz aller darauf gerichteten Aufmerksamkeit nicht im Stande war, in den Auswurfsproducten der Salse irgendwelche Spuren von Pliocänterrain (z. B. Petrefacte) zu erkennen, was ausserordentlich auffallend ist, da der mit Scherben und Blöcken beladene Talkschlamm seinen Weg doch offenbar durch das Pliocänterrain genommen hat.

In dem wildzerrissenen Schliergebirge, welches hinter dem aus tortonischen Ablagerungen (Badner Tegel) bestehenden Monte Gibbio beginnend sich bis an das beiläufig 6 Kilometer weit im Süden emportauchende Flyschgebirge erstreckt, und in seinen schroffen Erosionsformen lebhaft an die pittoresken Formen des Dolomitgebirges erinnert, finden sich nun an zahlreichen Punkten Ausbrüche von Salsenterrain, theils in der Form kleiner Ergüsse (jedoch ohne Kraterbildung), theils aber in der Form wirklicher

Hügelzüge oder einzelner isolirter Berge; es sind dies die berühmten und berüchtigten *Argille scagliose* der italienischen Geologen.

Dort, wo kleinere Ergüsse von Salsenterrain von den Abhängen des Berges herunterhängen, wie dies namentlich im Thale hinter dem Monte Gibbio an mehreren Punkten der Fall ist, gleichen sie von fern gesehen mitunter vollständig gewöhnlichen Schutthalden. Wenn man die Sache jedoch näher untersucht, so sieht man sofort, dass diese vermeintlichen Schutthalden ausschliesslich aus Flyschgesteinen gebildet werden, während das ringsum anstehende Gebirge ausschliesslich aus Schlier besteht. [1]

Ein eigenthümlicher Anblick bot sich mir beiläufig eine Stunde hinter dem Monte Gibbio am Grunde eines kesselförmigen Erosionsthales im Schliere dar. Es zeigte sich hier nämlich am Grunde des Kessels eine Masse von Salsenterrain, welche auf den ersten Anblick ganz den Eindruck eines zerstörten Hochofens machte. Die in der heftigsten Weise gestörte und gewundene, in wahrhaft chaotischer Weise mit Scherben und grossen Blöcken überladene Eruptivmasse zeigte nämlich den buntesten Farbenwechsel, indem neben allen Nuancen von Schwarz, Grau und Grün grosse Partien im grellsten Ziegelroth prangten und man unwillkürlich erwartete, jeden Augenblick Flammen aus diesem Trümmerhaufen schlagen zu sehen. Dieses wüste Terrain stand in einem seltsamen Gegensatz zu den gleichmässig lichtgrauen, aus homogenem, zartem Mergel bestehenden Schlierwänden, welche die Seiten des Kesselthales bilden.

Das hinter dem Monte Gibbio liegende Kesselthal wird gegen West von einem beiläufig 600′ hohen und eine halbe Stunde breiten Hügelzuge begrenzt, welcher sich beiläufig 6 Kilometer weit längs der Strasse verfolgen lässt und in seiner ganzen Masse von Salsenterrain besteht. Die vollkommen ungeschichtete schwarzblaue, mit rothen Flecken versehene Paste ist auch hier

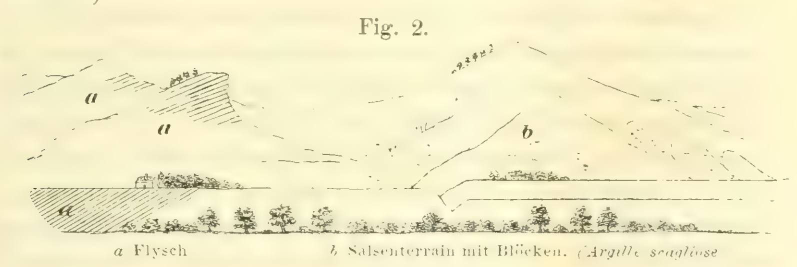
---

[1] Stöhr hat angegeben, dass am Monte Gibbio die tortonischen Mergel mit *Ancillaria glandiformis* mehrmals mit Salsenterrain wechsellagern. Ich habe wohl am südlichen Abhange des Berges dasselbe an mehreren Punkten aus den Mergeln hervortreten gesehen, eine wirkliche Wechsellagerung konnte ich jedoch nicht constatiren.

in vollkommen regelloser Weise mit Scherben und Blöcken beladen und zeigt an den Abhängen herum überall eine Menge von Abrutschungen und Bergschlipfen, aus denen man ersieht, dass das Terrain noch gegenwärtig in fortwährender Bewegung ist. Wo das Terrain bloss liegt, sieht man es in Folge der Austrocknung bis tief hinein zersprungen und zerrissen und die Sprünge und Klüfte sehr häufig mit den Ausblühungen verschiedener Salze bedeckt. An manchen Punkten, namentlich an solchen, an denen die ursprünglich schwarzblaue Färbung ausgebleicht ist, hat das Salsenterrain ein Aussehen, welches ich mit nichts besser als mit demjenigen von Strassenkoth vergleichen kann und unwillkürlich sucht das Auge zwischen den halbzermalmten Flyschbrocken Spuren von Pferdemist oder anderem Strassenkehricht.

Ungefähr eine halbe Stunde hinter Castellaraneo, wo der Flysch beginnt und das Thal sich plötzlich verengt, fand ich einen Berg, welcher dem Ansehen nach die Höhe des Leopoldsberges hatte, und von der Sohle bis zum Gipfel seiner ganzen Masse nach aus Salsenterrain aufgebaut war. (Siehe nachstehende Skizze.)

Fig. 2.



a Flysch *b* Salsenterrain mit Blöcken. (*Argille scagliose*

Die Salsenterrains der Umgebung von Sassuolo scheinen sämmtlich sehr jung, ja theilweise gewissermassen recent zu sein, doch kommen ganz übereinstimmende Bildungen mit genau denselben Charakteren auch in älteren Formationen, so namentlich in ausserordentlich mächtiger Entwicklung innerhalb der Flyschbildungen vor.

So bildet das Salsenterrain, in der Form dichter, ungeschichteter, talkig-mergeliger, mit Scherben und Blöcken beladener Massen, nach Bianconi in der Umgebung von Bologna namentlich bei Porretta einen grossen Theil des Gebirges und wird hier regelmässig von wohlgeschichtetem Macigno überlagert.

Die sogenannten *Argille scagliose*, welche in der Umgebung von San Marino weithin das Grundgebirge für die Schlierschichten und die jüngeren Tertiärablagerungen bilden, stimmen auf das genaueste mit dem eben beschriebenen Salsenterrain überein, und dasselbe ist von denjenigen der Fall, die bei Gerace in Calabrien die Basis des Miocäns bilden und ihrer Gesammtmasse nach hier bei weitem die Tertiärbildungen übertreffen.

Pošepny hat zu wiederholten Malen bei Besprechung der in den siebenbürgischen Trachytmassen auftretenden Erzgänge auf eigenthümliche thonigschmierige Massen aufmerksam gemacht, welche mit Scherben und Blöcken fremden Gesteins beladen, den Trachyt in der Form eruptiver Gänge durchsetzen und häufig selbst erzführend sind. Pošepny vergleicht diese Erscheinungen, welche in der dortigen Gegend „Glamme“ genannt werden, ausdrücklich mit dem Erzeugnisse von Schlammvulkanen und schlägt für diese räthselhaften, gewissermassen pseudovulkanischen Vorkommnisse den Ausdruck „typhonische Bildungen“ vor.

Nach vielfachen Besprechungen, welche ich mit Herrn Pošepny über diesen Gegenstand hatte, scheint mir gar kein Zweifel mehr möglich, dass die siebenbürgischen Glamme in der That auf das Vollständigste mit dem italienischen Salsenterrain übereinstimmen und wir daher in dem Salsenterrain und den *Argille scagliose* wirkliche Typhone im Sinne Pošepny's vor uns haben.

Man kann sich unmöglich längere Zeit mit diesem Gegenstand beschäftigen, ohne immer wieder auf eine Reihe von räthselhaften Conglomerat- und Breccienbildungen geführt zu werden, welche, in den verschiedensten Formationen wiederkehrend, bisher als vollständig ungelöste Probleme in der Wissenschaft dastehen. Es sind dies vor allem die mannigfachen Breccienbildungen und Blockanhäufungen, welche allenthalben im Flysch der nördlichen Alpen auftreten und von denen diejenigen des Habkerns in der Schweiz die bekanntesten sind. Von anderen Vorkommnissen erwähne ich nur die in neuerer Zeit von Judd so meisterhaft geschilderten Breccienbildungen, welche in den schottischen Juraablagerungen auftreten [1] und von

[1] Judd. The sekondary rocks of Scotland. Quart. Journ. Geol. Soc. 1873, pag. 37.

denen diejenigen von Ord (Ord-Conglomerate) seit langem die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und als vollkommen räthselhafte Vorkommnisse eine gewisse Berühmtheit erlangt haben, so wie ferner noch die sonderbaren Conglomerate der Karooformation in Südafrika und das Talchirconglomerat in Indien.

Alle diese Conglomerat- und Breccienbildungen sind bekanntlich in neuerer Zeit von Ramsay für erratische Phänomene und mithin als Zeugnisse wiederholter früherer Eiszeiten erklärt worden, wie eine solche Erklärung bereits früher von Lyell für die fremden Blöcke des Flysches versucht worden war. Die Gründe, welche jedoch von allen Seiten gegen diese Erklärungsversuche geltend gemacht worden sind, scheinen mir so schwerwiegender Natur zu sein, dass ich mich denselben in keiner Weise anzuschliessen vermag und es mir viel wahrscheinlicher vorkommt, dass alle diese räthselhaften Breccienbildungen nichts Anderes als Typhone sind, genau von derselben Natur wie die Typhone von Sassuolo, Porretta, Bisano etc.

Wenn die im Vorhergehenden beschriebenen Beispiele von *Argille scagliose* sämmtliche zu jener Gruppe gehören, bei der sich die Grundmasse durch eine eigenthümlich talkige Beschaffenheit auszeichnet, so hatte ich bei Turin Gelegenheit, jene zweite Modification dieser merkwürdigen Gebirgsmassen kennen zu lernen, welche die italienischen Geologen gewöhnlich mit dem Namen der „*Marne fragmentarie*“ bezeichnen.

Diese *Marne fragmentarie* sehen mehr einem gewöhnlichen halbharten Mergel, etwa sprödem Tegel oder Schlier ähnlich und zeichnen sich nur durch den Umstand aus, dass sie in lauter kleine, polyedrische Stücke zerfallen, die en miniature zerhacktem Zucker ähnlich sehen. Es ist dabei ausdrücklich zu bemerken, dass dieses Zerfallen in kleine Stücke nicht etwa bloss an der Oberfläche stattfindet, sondern dass das Gebirge durch und durch aus diesen kleinen eckigen Trümmern besteht.

Wenn man in dem Hügellande des Montferrats bei Turin etwa von Sarzano aus gegen Nordost blickt, sieht man hinter Bersano eine ziemlich ausgedehnte Gruppe ansehnlicher Hügel, welche das Terrain einer halben Quadratmeile einnehmen mögen und sich von weitem durch ihre ausserordentliche Sterilität und durch eine eigenthümlich weisslichgraue Farbe auffallend von

dem angrenzenden Hügellande unterscheiden, es sind die berüchtigten *Marne fragmentarie.*

Wenn man dieses Gebiet betritt, betritt man das Gebiet der Armuth und Verwüstung. Das ganze Land besteht aus diesen kleinen, halbharten Mergelbrocken, welche sich auch im Wasser nicht recht aufweichen und immer eine gewisse steinige Beschaffenheit bewahren. Von irgend einer Schichtung ist keine Spur zu sehen, jeder Regenguss reisst tiefe Furchen in diese lockeren, mitunter fast von jeder Vegetation entblössten Gebirgsmassen, Absenkungen und Bergschlipfe bedecken alle Abhänge und man empfängt überhaupt den Eindruck, als ob das ganze Terrain in einer fortwährenden Bewegung begriffen wäre. Von Versteinerungen ist nicht die Spur zu entdecken. Es ist selbstverständlich, dass die Ortschaften, welche sich in diesem Gebiete angesiedelt haben, sich in der allererbärmlichsten Verfassung befinden, denn nicht nur, dass das Terrain an und für sich äusserst unfruchtbar ist, so ist auch in Folge der fortwährenden Bewegungen eigentlich Niemand seines Grundes recht sicher.

Nach Gastaldi bilden die *Marne fragmentarie* in den ligurischen Apenninen weithin verfolgbare Hügelzüge und treten hier regelmässig über den Gombertoschichten (Miocène inférieure) und unter den Schioschichten (Kalkstein von Aqui) auf. Überall, wo sie auftreten, zeichnen sie sich durch ihre grosse Sterilität aus, so dass sie streckenweise fast ganz von Vegetation entblösst sind und an diesem Umstande schon aus grosser Entfernung erkannt werden können. Ihre Farbe ist meist blaugrau, doch kommen auch grünlichgraue und rothe Abänderungen vor. Eine Schichtung lässt sich nie erkennen. Versteinerungen kommen auch hier niemals in ihnen vor.

Stoppani und Montovani haben die *Marne fragmentarie* ebenso wie die talkigen *Argille scagliose* für eruptive Schlammmassen erklärt und das Zerfallen in kleine polyedrische Stücke als eine Absonderungserscheinung aufgefasst, welche sich etwa mit derjenigen vergleichen lasse, welche in Basalten oder vielleicht noch ähnlicher in eingetrockneter Stärke vorkommt. Ich kann mich dieser Auffassung nun unbedingt anschliessen und möchte bei dieser Gelegenheit nur noch erwähnen, dass mich diese eigenthümliche Beschaffenheit der *Marne fragmentarie* stets

auf das Lebhafteste an die eigenthümliche Breccienstructur erinnerte, welche so viele Kalksteine, namentlich wenn sie etwa dolomitisch sind, zeigen, und welche wohl auf eine ähnliche Contractionserscheinung zurückzuführen sein wird.

Nach Gastaldi kommt diese Breccienstructur ganz allgemein den dolomitischen Kalksteinen zu, welche in den *Alpes maritimes* und den Savoyer Alpen im innigsten Anschluss auf seine „Zone der grünen Gesteine" (Serpentin, Euphodit, grüne Schiefer) folgen, und lässt sich das Vorhandensein dieser „Zone der dolomitischen Kalke" schon immer auf der Strasse erkennen, da diese Brecciendolomite gewissermassen als natürliches Beschotterungsmateriale überall zur Strassenbeschotterung verwendet werden.

Die Mediterranflora in ihrer Abhängigkeit von der Bodenunterlage

von **Theodor Fuchs.**

Als ich mich im Jahre 1870, bei meiner ersten Reise nach Italien, 14 Tage in Messina zum Studium der dortigen Tertiärbildungen aufhielt, war ich auf allen Ausflügen, welche ich in die Umgebung unternahm, nicht wenig erstaunt, zu finden, wie wenig eigentlich die hier auftretende Vegetation den Vorstellungen entspräche, die man sich gemeinhin von der Flora Italiens und speciell Siciliens macht. So wie man nämlich die Stadt mit ihren Orangengärten, Opuntienhecken und Ölbaumpflanzungen hinter sich hatte, befand man sich im Gebiete des Granites und der tertiären Mergel, mitten in einer Vegetation, welche fast in gar Nichts von der bekannten Vegetation unseres Wiener Waldes abwich. Ulmen, Hainbuchen, Ahorne und unsere gewöhnlichen Eichen bedeckten die Hügel, Pappeln, Erlen und Weiden wuchsen in den Thälern, dazwischen standen Rosen, Brombeeren, Schlehen, Pfaffenkäppchen, *Cornus sanguinea, Crataegus Oxyacantha*, sowie ein Heer anderer krautartiger Gewächse, wie man sie genau ebenso bei Dornbach, am Leopoldsberg und Kahlenberg findet. Von immergrünen Gewächsen, von „Lorbeer und Myrthen" war so gut wie nichts zu sehen und man musste oft auf weite Strecken hin förmlich suchen, um nur ein Pflänzchen zu finden, welches der Wiener Flora fremd war. [1]

Dieselbe Beobachtung machte ich hierauf auch in Calabrien und als es mir auf dem Ätna auch nicht viel besser erging und ich auf der Rückfahrt auf dem Monte Mario bei Rom, im Hügellande von Toskana und auf den Apenninen bei Bologna immer

---

[1] Ich muss, um Missverständnissen vorzubeugen, bemerken, dass mein Aufenthalt in Messina in den Monat April fiel und ich daher nur die erste Frühlingsflora beobachten konnte.

nur unsere Wiener Waldflora antraf, so stand bei meiner Rückkehr nach Wien mein Urtheil so ziemlich fest, dass die vielgerühmte Mediterranflora aus immergrünen Holzgewächsen in Italien wenigstens in der freien Natur gar nicht existire und alle diesbezüglichen begeisterten Schilderungen von Touristen und Naturfreunden sich nur auf die Gärten und sonstigen künstlichen Anpflanzungen bezögen.

Ich war daher nicht wenig überrascht. als ich vier Jahre hernach, in Begleitung meines Freundes, des Herrn A. Bittner, auf der Reise nach Malta begriffen, wo ich im Auftrage der kaiserlichen Akademie eine längere Reihe von Tertiärstudien beginnen sollte, im Vorbeifahren den Monte Argentario bei Orbitello besuchte und hier eines Besseren belehrt wurde.

Wir waren eigentlich durch ein Missverständniss nach Orbitello gekommen. Wir hatten Congerienschichten gesucht und eine ganz abscheuliche quaternäre Sandablagerung gefunden, in der wir anstatt der bestimmt erhofften Cardien und Congerien nur eine Menge recenter *Helix*, *Bulimus* und *Clausilien* antrafen.

Aufs Tiefste verstimmt, zogen wir in der schmutzigen Stadt ein und um uns für die eben erfahrene Enttäuschung einigermassen zu entschädigen, beschlossen wir, den nächsten Tag hier zu bleiben und den Monte Argentario zu besuchen, für den sich, wie wir wussten, Prof. Suess besonders interessirte, da er aus echtem liasischen Alpenkalk besteht.

Doch auch dies schien uns vereitelt werden zu sollen. Als wir am Morgen erwachten, goss es in Strömen, und als wir zum Thore auszogen und dicht in unsere Plaids gehüllt und mühselig mit dem Sturme kämpfend über den schmalen Damm schritten, der von der Stadt aus durch die Lagune nach der Insel hinüberführt, dachte wohl im Stillen Keiner von uns, dass wir noch an demselben Tage von der Spitze des Berges die prachtvollste Aussicht geniessen würden, von dem wir gegenwärtig durch die Regenmassen hindurch auch nicht den leisesten Schatten zu erblicken im Stande waren.

Doch unsere Standhaftigkeit sollte belohnt werden. So wie wir den Fuss auf die Insel setzten, legte sich der Sturm, der Regen hörte auf, die Nebel zertheilten sich und erstaunt sahen

wir ein graues Kalkgebirge vor uns, das mit lauter uns unbekannten Pflanzen bedeckt war. Büsche von Thymian und *Salvei*, von Lavendel- und rosmarinartigen Gewächsen bedeckten die Felsen, dazwischen verschiedene Kreuzblätter, nelkenartige Gewächse und mannigfache Orchideen. Alles in vollster Blüthe.

Wir hatten auf unserer Reise bisher nur kahle Wälder und winterliche Wiesen gesehen und waren daher von dieser unerwarteten Blüthenmenge auf das Angenehmste überrascht. Von einem Busch ging es zum andern, von einem Felsen zum andern, immer reicher und bunter wurde die Vegetation, immer lauter die Ausrufe der Überraschung; schon konnten die Hände die Masse von fremdartigen Gewächsen nicht mehr umspannen, schon wurde die weite Tasche unserer Romagnola zu Hilfe genommen, da biegt der Weg um eine Felsenecke und sprachlos vor Erstaunen, wie festgewurzelt, blieben wir beide stehen!

Wir trauen unseren Augen nicht, die ganze Pracht der Tropennatur, die uns bisher nur aus Büchern bekannt gewesen, scheint plötzlich wie durch ein Feerie vor unsere Augen gezaubert. Vor uns liegt der gewaltige Berg, vom Fusse bis zum Gipfel von dichtem immergrünem Wald bedeckt, aus dessen glänzender Laubmasse nur die prachtvollen weissen Blüthenbüsche der *Erica arborea* emporragen. Ich erinnere mich nicht, jemals zuvor von einem Eindrucke so vollständig überwältigt worden zu sein wie hier, wir kamen uns vor, bald als ob wir verzaubert wären, bald als ob wir uns in einem riesigen Treibhause befänden. Die Lorbeeren, die Myrthen, die Erdbeerbäume, die Menge verschiedenartiger grüner Eichen, die baumartige Erica, die riesigen Farrenbüsche, alles war uns neu und alles war uns fremd, und hätten uns nicht hie und da die rothen Alpenveilchen an die Heimath erinnert, wir wären unserer Vergangenheit vollständig entrückt gewesen.

Wenige Tage später besuchten wir das bekanntermassen aus vulkanischen Gesteinen bestehende Albanergebirge bei Rom und fanden dasselbe, so weit wir es auf unserer zweitägigen Tour durchstreiften, ganz von sommergrünem, mitteleuropäischem Walde bedeckt und es war der Gegensatz gegen den immergrünen Wald vom Monte Argentario um so auffallender, als die Bäume in dieser Jahreszeit ihre Blätter noch nicht entwickelt

hatten und wir noch immer, von den Eindrücken einer fast tropischen Vegetation erfüllt, uns hier plötzlich in eine fast winterliche Landschaft versetzt fanden.

Wir fuhren von Messina nach Syrakus. So weit wir an dem Granitgebirge hinfuhren, sahen wir dasselbe von Wald bedeckt in jener lichtgrünen Farbe, wie es sommergrünen Wäldern im ersten Frühling eigen ist; so wie wir aber das Kalkgebirge von Taormina erreichten, stellten sich auch sofort die dunkeln immergrünen Büsche ein und die Flora zeigte, so weit man es von der Bahn aus beurtheilen konnte, denselben südlichen Charakter wie am Argentario.

Auf dem Kalkplateau von Syrakus wurden wir durch eine unglaubliche Menge verschiedener Sträucher und Halbsträucher überrascht, welche uns aus unserer Heimath unbekannt waren, unter denen wir aber viele Bekannte von Monte Argentario wiederfanden.

Genau dieselbe Flora trafen wir auch auf Malta. Als wir aber nach Gozzo kamen, dessen Oberfläche zum grösseren Theil aus Tegel besteht, waren wir erstaunt, eine vollständig veränderte, einförmige Vegetation zu finden, welche einen auffallend mitteleuropäischen Anstrich hatte.

Anfangs April 1875 war ich mit Herrn Bittner in Constantinopel. Wir machten einige Ausflüge in die Umgebung, wir fuhren nach Scutari und gingen ein Stück Weges ins Land hinein. So weit wir jedoch kamen und sahen, fanden wir immer nur dieselbe Vegetation, welche wir vor wenigen Tagen in Wien verlassen hatten, dieselben sommergrünen Wälder und Büsche, dazwischen denselben Kräuterteppich, Veilchen und Gagea-Arten auf den Abhängen der Hügel. Von immergrünen Gewächsen, sowie überhaupt von südlichen Formen ausserhalb der Gärten keine Spur.

Wenige Tage später befanden wir uns in Griechenland mitten im Gebiete der Mediterranflora, und auf dem Kalkgebirge Euboeas ritten wir wieder durch immergrünes Dickicht aus Erdbeerbäumen, Myrthen und Pistacien, wie uns dasselbe vom Monte Argentario her in so guter Erinnerung war.

Dies waren beiläufig die Erfahrungen, welche ich auf meinen Reisen bis zum Jahre 1875 gemacht hatte und es ist wohl natür-

lich, dass dieser merkwürdige fortwährende Wechsel von Gebieten mit mitteleuropäischen und solchen mit mediterraner Flora mich umsomehr frappiren musste, als diese zweierlei Gebiete oft unmittelbar und unvermittelt an einander grenzten und ihre Vertheilung durchaus keine Beziehungen zu bestimmten klimatischen Verhältnissen erkennen liess.

Indem ich nun diesen Gegenstand des Öfteren erwog, schien sich mir schliesslich eine sehr einfache, aber freilich ziemlich unerwartete Lösung des Räthsels zu bieten, es schien mir nämlich, dass das Auftreten der Mediterranflora innerhalb des von mir bereisten Gebietes nicht sowohl von feineren klimatischen Zügen, sondern ganz einfach von der Bodenunterlage bedingt werde, so zwar, dass dieselbe auf das Strengste an Kalkfelsen gebunden sei, während auf kalkarmem oder kalkfreiem Boden, wie auf Granit, Glimmerschiefer und Thonschiefer, auf den Flyschbildungen und auf allen sandig-thonigen Flussalluvien eine Vegetation gefunden wird, welche fast in gar nichts von unserer gewöhnlichen mitteleuropäischen Flora abweicht.

Bereits im Jahre 1875 wagte ich es, diese Ansicht vermuthungsweise auszusprechen.[1] Je mehr ich mich aber in den Gegenstand vertiefte, um so bestimmter setzte sich diese Überzeugung in mir fest und als ich im verflossenen Frühlinge eine Reise durch Norditalien unternahm, war es neben meinen Tertiärstudien hauptsächlich diese Frage, der ich meine Aufmerksamkeit zuwandte.

Ich kann nur sagen, dass alle Beobachtungen, welche ich zu machen in der Lage war, meine Ansicht auf das Vollständigste und in oft wahrhaft überraschender Weise bestätigten.

Das tertiäre Hügelland bei Bologna und Modena wird ausschliesslich von mitteleuropäischer Vegetation bedeckt. Immergrüne Holzgewächse, sowie die reiche Flora mediterraner Sträucher und Halbsträucher, welche das Kalkgebirge in der Umgebung des norditalienischen Sees bedecken und welche noch in der Flora von Görz eine so hervorragende Rolle spielen, fehlen hier vollständig. Dieselbe Vegetation bedeckt auch den Flysch-

---

[1] Studien über die jüngeren Tertiärbildungen Griechenlands. (Sitzb. Wiener Akad. 1876. LXXIII.)

zug der Apenninen und selbst, nachdem man dieselben bei Porretta überstiegen und an der Südseite des Gebirges in die milden Ebenen Toskanas hinabsteigt, wo man in den Gärten und allen Culturen sofort den Ausdruck eines wärmeren Klimas in auffallendster Weise bemerkt, bleibt der Charakter der wilden Vegetation vollständig derselbe. Das Flyschgebirge der Umgebung von Florenz trägt ausschliesslich sommergrünen Wald und dieselbe Vegetation bedeckt auch das gesammte tertiäre Hügelland der Umgebung von Siena. Das Herrschen der laubfälligen Holzgewächse ist hier so vollständig, dass ich während meiner dreitägigen Ausflüge, welche ich von Siena aus nach allen Richtungen unternahm, bloss zwei kleine Büsche einer immergrünen Eiche sah und diese standen an den Rainen von Gärten, so dass sie möglicherweise durch Menschenhand dahin gebracht sein konnten. [1]

Die Bahn, welche von Pisa längs der Küste nach Rom führt, geht von Colle Salvetti aus durch niederes pliocaenes Hügelland, welches gegen Osten von einem Kalkgebirge, gegen Westen aber von einem Zuge von Flyschgesteinen begrenzt wird.

Das Hügelland zeigt dieselbe Flora wie die Umgebung von Siena und wenn auf dem Flyschgebirge auch hie und da durch das Auftreten der *Erica arborea* (Gabbro), sowie durch eine Einstreuung immergrüner Gesträucher eine etwas südlichere Physiognomie begründet wird, so ist doch auch hier die Herrschaft sommergrüner Holzgewächse eine ganz entschiedene.

Vollkommen ändert sich jedoch das Bild, sobald man, gegen Osten schreitend, über das mergelige Hügelland hinweg das Kalkgebirge erreicht. Sowie man den Fuss auf das Kalkgebirge setzt, ist auch der sommergrüne Laubwald verschwunden und das Gebirge zeigt sich von der Sohle bis zum Scheitel von dunklem

---

[1] Ich finde in meinem Notizbuche über meine Ausflüge am 25., 26. und 27. April folgende Bemerkung: An Bäumen und Sträuchern angetroffen: Laubfällige Eichen, Ulmen, Pappeln, Weiden, *Carpinus Betula*, *Acer campestre*, *Crataegus Oxyacantha*, *Ligustrum vulgare*, *Viburnum Lantana*, *Cornus sanguinea*, *Coryllus Avellana*, *Prunus spinosa*, *Rubus sp.* — Lauter Bäume und Sträuche mit abfallendem Laub, bloss zwei kleine Büsche vom immergrünen Eichwald. Das Aussehen der Flora ganz wie bei Wien. Sehr wenig Ölbäume.

immergrünem Walde bedeckt. Hinter Castellina marittima steigt das Gebirge meiner Schätzung nach mindestens 16—1700′ empor, aber selbst in dieser Höhe herrschen noch immer die immergrünen Sträucher und wir haben hier den sonderbaren Fall, dass wir auf den Höhen des Gebirges eine südliche, immergrüne Flora finden, während das flache Land, welches sich am Fusse desselben ausbreitet, eine Vegetation von rein mitteleuropäischem Charakter trägt.

Wenn man von Pisa aus mit der Bahn nach Genua fährt, hat man zur Rechten das Kalkgebirge der Massa Carrara, zur Linken aber den Hügelzug von Spezzia, der aus Sandsteinen und Mergeln in Verbindung mit Serpentinen und dioritartigen Gesteinen besteht. Sofort zeigt sich aber auch der Gegensatz in der Vegetation, indem ersteres einen immergrünen, der Hügelzug von Spezzia aber einen sommergrünen Wald trägt. Zur Zeit, als ich in diesem Jahre diese Tour machte (zweite Hälfte April), war der erwähnte Gegensatz besonders in die Augen fallend. Die Laubbäume hatten nämlich eben erst ihre Blätter zu entfalten begonnen und während so auf der einen Seite das Gebirge von jenem lichten Grün bedeckt war, welches sommergrüne Laubwälder zur Zeit des Ausschlagens zeigen, präsentirte sich das Gebirge auf der anderen Seite in jenem dunkeln, ernsten Schwarz, wie es immergrünen Wäldern eigen ist.

Das Küstengebirge von Genua besteht bekanntlich aus Flysch, so wie man hier aber auch aus den Gärten der Stadt ins Freie tritt, findet man sich sofort inmitten einer Vegetation von vollständig mitteleuropäischem Habitus. Wenn man von San Pierre d'Arena das Thal der Polcevera aufwärts wandert, wo die Genuesen ihre Sommerfrischen haben, könnte man glauben, bei Weidlingau oder Purkersdorf zu sein, so vollständig stimmen Wald und Wiese mit jenen des Wienerwaldes überein.

Bei Savona mischen sich allerdings bereits immergrüne Eichen in den sommergrünen Laubwald, hier besteht das Gebirge aber auch nicht mehr aus Flysch, sondern aus Serpentin, Spilit und jenen eigenthümlichen grünen Schiefern, welche auch anderwärts eine Tendenz zeigen, Kalkpflanzen hervorzubringen. So wie man aber, in dem Thale von Cadibona aufwärts schreitend, diese grünen Gesteine verlässt und in das Gneissgebiet eintritt,

verschwinden auch sofort alle immergrünen Holzgewächse und der Wald wird ausschliesslich aus sommergrünen Bäumen, namentlich aus Kastanien und laubfälligen Eichen zusammengesetzt.

Sehr schön konnte ich dies von den Anhöhen hinter Altare beobachten, wo man das Gebirge gegen Carcare und Dego weithin übersieht. Die Wälder waren hier theilweise noch kahl, theilweise aber in der ersten Laubentwicklung begriffen und bekleideten das Gebirge weit und breit mit ihrem lichten Grün. Auffallend war es nun, dass mitten in diesem lichtgrünen Laubwalde ein isolirter Hügel stand, der über und über mit dunkler, immergrüner Waldung bedeckt war. Leider erlaubte mir es meine Zeit nicht mehr, die geologische Beschaffenheit dieses Hügels näher zu untersuchen, doch mag es eine jener isolirten Kalkklippen gewesen sein, wie sie hier und da in diesem Gebirge vorkommen. Auf alle Fälle aber beweist dieses Vorkommen auf das Eclatanteste, dass der laubfällige Wald in den Gebirgen bei Cadibona, Altare, Carcare und Dego nicht von der Erhebung über dem Meere und der nach Norden exponirten Lage, überhaupt nicht von klimatischen Momenten, sondern von anderen Umständen bedingt wird, als welche ich nur die Bodenbeschaffenheit betrachten kann.

Im weiteren Verlaufe meiner Reise brachte ich einige Zeit in dem tertiären Hügellande von Tortona, Serravalle, Novi und Asti und schliesslich nahezu zwei Wochen in Turin zu, von wo aus ich das aus tertiären Sanden und Mergeln bestehende Hügelland des Montferrats kreuz und quer durchstreifte.

Wald und Wiese, die gesammte Vegetation war hier überall rein mitteleuropäisch. [1]

---

[1] Ich finde in meinem Notizbuche über diese Ausflüge folgende Bemerkungen:

Novi, 9. Mai. Vegetation ganz wie bei uns, in Wald, Wiese und an der Strasse nicht eine einzige fremde Pflanze. *Carpinus Betula, Coryllus Avellana, Crataegus Oxyacantha, Acer campestre, Ligustrum vulgare,* sommergrüne Eichen, Ulmen, Erlen, Weiden, Pappeln, Maulbeerbäume, Kastanien, Brombeeren, Rosen, Schlehen, *Cornus sanguinea, Lonicera Caprifolium.*

Novi, 10. Mai. Ausflug nach Serravalle, Stazzono und Cassano. Während des ganzen Ausfluges, mit Ausnahme einer gelbblühenden Achillea

Ich machte von Turin aus einen Ausflug in die Alpen nach dem Mont Cenis und fand auf dem aus granitischem Terrain bestehenden Gebirge vom Fusse an einen Wald aus sommergrünen Eichen, Kastanien, Weissbuchen und anderen laubfälligen Holzgewächsen ohne Spur von immergrünen Bäumen und Sträuchern.

Als ich wenige Tage darauf auf der Heimreise begriffen nach Bergamo kam, fand ich hier das Kalkgebirge von dunkeln, immergrünen Büschen bedeckt und denselben Charakter behielt die Vegetation, soweit man dies von der Bahn aus beurtheilen konnte, bis an den Gardasee.

Zwischen Brescia und Desenzano erschien plötzlich auf den Vorhügeln des Gebirges lichter, sommergrüner Wald; als ich aber genauer hinsah, sah ich, dass es irgend ein jüngeres tertiäres oder quaternäres Terrain war, welches hier ein terrassenförmiges Vorland bildete und so oft dieses Mergelterrain erschien, stellte sich auch sofort wieder der sommergrüne Wald ein.

Wenn nun auch schon aus diesen Detailbeobachtungen die Abhängigkeit der Mediterranflora von der Kalkunterlage mit grosser Deutlichkeit hervorgeht, so wird diese Thatsache doch noch viel augenfälliger, wenn man die Vertheilung derselben in ihren grossen Zügen ins Auge fasst, wozu Grisebach's klassisches Werk: „Die Vegetation der Erde in ihrer klimatischen Anordnung" eine vorzügliche Handhabe bietet und ich gehe daher auch unmittelbar zu dieser Darstellung über.

---

an der Strasse nahe bei Serravale, nicht eine einzige fremde Pflanze gesehen. Die Wälder meist Kastanien.

Novi, 11. Mai. Ausflug nach Arquato. Vegetation ganz wie Tags vorher, mit Ausnahme der gelben Achillea keine fremde Pflanze.

Gassino bei Turin, 19. Mai. Holzgewäche der Superga und der angrenzenden Theile des Montferrats. *Ulmus campestris, Quercus Robur, Carpinus Betula, Coryllus Avellana, Alnus glutinosa, Populus tremula, Acer campestre, Sorbus torminalis, Castanea vesca, Viburnum Opulus, Vib. Lantana, Prunus spinosa, Ligustrum vulgare, Cornus sanguinea, Crataegus oxyacantha, Sambucus nigra, S. Ebulus, Populus alba, Salix sp., Fagus sylvatica* (kleiner Strauch in der Schlucht von Baldissero), Brombeeren, Rosen. Mit Ausnahme einer rasenförmigen, rothblühenden Silene, welche überall am Waldrande häufig vorkam, sowie einen Oxalis mit grossen, gelben Blüthen keine einzige fremde Pflanze gesehen. Von immergrünen Holzgewächsen keine Spur.

Der südöstlichste Theil von Frankreich, das Gebiet der ehemaligen Provence wird bekanntlich ganz von der Mediterranflora beherrscht und Grisebach gibt genau die Grenzen an, an denen dieselbe plötzlich aufhört. Wenn man nun aber auf der geologischen Karte Frankreichs von Buvigner die fragliche Region ins Auge fasst, so findet man, dass die Provence fast ganz von den dichten Kalken des Neocoms eingenommen wird und die von Grisebach angegebene Grenze der Mediterranflora fällt auf das Genaueste mit der Linie zusammen, an welcher das Gebiet des Neocomkalkes einerseits an das granitene Centralplateau Frankreichs, andererseits an das Schiefergebirge der Alpen anstösst.[1]

Martins gibt in seinem bekannten schönen Reisewerke „Von Spitzbergen zur Sahara“ genau den Punkt an, an welchem man auf der Fahrt von Lyon nach Marseille zwischen Montélimart und Orange in der Schlucht von Donzère plötzlich und unvermittelt aus der mitteleuropäischen in das Gebiet der immergrünen Mediterranflora tritt. Wenn wir aber diesen Punkt auf der geologischen Karte betrachten, so finden wir, dass dies genau die Stelle ist, wo die nach Süden führende Bahn aus dem Gebiete des Granitgebirges in dasjenige des Kalkes eintritt.

In Norditalien finden wir die Mediterranflora nur am Südabhange der Alpen in dem Gebiete der Seen. Ein Blick auf die Collegno'sche Karte von Italien zeigt aber auch, dass dies das Gebiet der südlichen Kalkalpenzone ist. Am Lago maggiore

---

[1] Geographisches Jahrbuch. II. 1868. pag. 200. „Die so scharf durch die Olive bestimmte Nordgrenze der Mediterranflora im südlichen Frankreich hat Martins genauer angegeben. Im Rhônethal wird sie durch die Eisenbahn von Lyon nach Marseille in der Schlucht von Donzère zwischen Montélimart und Orange geschnitten. Von den östlichen Pyrenäen (Arles sur Tech) verläuft diese charakteristische Linie nach Carcasonne (Aude), dringt in die geschützten Thäler der Cevennen, berührt im Hérault St. Pont und Lodève, im Gard Le Vigan und Alais, erreicht im Ardèche über Joyeuse und Aubenas bei Beauchastel am Rhône ihren nördlichsten Culminationspunkt (44° 50′), folgt dem Strome südwärts bis Donzère (44° 25′), geht, sodann nach Osten über Nions (Drôme) Sisteron und Digne (Basses Alpes), umkreist die Verzweigungen der Alpen bei Bargemont (Var.) und Grasse, bis sie zuletzt im Defilé der Strasse des Col di Tenda bei Saorgia endet.

bricht die Kalkzone plötzlich ab und mit ihr verschwindet auch sogleich die Mediterranflora. Die nach Italien gekehrten Abhänge der westlich und südlich davon gelegenen aus Granit und Gneiss bestehenden Alpen, die ganze Poebene, sowie die aus Flyschbildungen aufgebauten Apenninen Nord- und Mittelitaliens sammt ihren pliocänen Vorhügeln tragen ausschliesslich mitteleuropäischen, sommergrünen Wald.

Sehr auffallend ist ein Vergleich der beiden Küsten des adriatischen Meeres.

An der Ostküste haben wir von Triest angefangen die Küsten Istriens und Dalmatiens allenthalben von immergrünen Bäumen und Sträuchern bedeckt, während die gegenüberliegende Küste Italiens bis weithinab ausschliesslich mitteleuropäische Vegetation trägt. Grisebach selbst gesteht hier ein, dass ihm diese auffallende Erscheinung aus den klimatischen Verhältnissen nicht erklärlich scheint und ich glaube, dass dies auch in der That nicht der Fall ist, sondern die Erklärung einfach darin liegt, dass die Küsten Istriens und Dalmatiens aus Kalkgebirge, die gegenüberliegenden Küsten Italiens aber aus pliocänen Sanden und Mergeln, sowie dahinter aus jenem weithin streichenden Flyschzuge bestehe, der fast die gesammten nördlichen Apenninen zusammensetzt.

An der Ostküste Italiens tritt die immergrüne Mediterranflora erst am Monte Gargano, hier aber sogleich in ganzer Macht und Fülle auf. Der Monte Gargano ist aber bekanntlich eine isolirte Masse von Alpenkalk.

Wer jemals die Fahrt von Florenz nach Rom gemacht, der erinnert sich wohl, dass die Gebirge bei Florenz und weiter nach Süden bis beiläufig zum Trasimenischen See einen Wald tragen, der sich in seiner Physiognomie kaum von demjenigen des Wienerwald-Gebirges unterscheidet. So wie man aber in der Gegend von Peruggia den Flysch verlässt und in das Kalkgebirge eintritt, erscheinen auch sofort immergrüne Eichenwälder und das Gebirge bleibt auch über Foligno, Spoleto und Terni bis gegen Narni von immergrünen Holzgewächsen bedeckt. In der Umgebung von Rom findet man sowohl auf den Sanden und Mergeln des Monte Mario wie auf dem basaltischen Albaner-

gebirge wieder ausschliesslich laubfällige Wälder, während das Kalkgebirge von Tivoli abermals immergrüne Vegetation trägt.

Dass nördlich von Rom, in Toskana, das Marmorgebirge von Carrara, das Kalkgebirge von Castellina marittima, sowie die isolirte Kalkmasse des Monte Argentario von prachtvoller, immergrüner Vegetation bedeckt sind, während das Flyschgebirge und das pliocaene Hügelland laubfälligen Wald trägt, wurde bereits früher erwähnt.

Südlich von Rom erscheint die Mediterranflora an der Westküste Italiens erst wieder bei Neapel, zieht sich aber von hier continuirlich nach Süden, „bis sie durch die sommergrünen Laubwälder Calabriens unterbrochen wird" (Grisebach). Betrachten wir aber die Collegno'sche Karte, so finden wir, dass bei Neapel an der Küste das Kalkgebirge beginnt, welches sich ununterbrochen bis Calabrien erstreckt. Calabrien selbst besteht aber bekanntlich fast ausschliesslich aus granitischen Gesteinen.

In Sicilien finden wir die immergrüne Mediterranflora auf den Kalkbergen von Palermo, Taromina und auf dem Kalkplateau von Syrakus, während das Granitgebirge von Messina, sowie das aus Flyschbildungen und jungtertiären Sand- und Mergelablagerungen bestehende Innere der Insel eine sehr einförmige Vegetation von mitteleuropäischem Habitus tragen.

Sehr merkwürdig finde ich einige Angaben, welche La Marmora in seinem bekannten Reisewerke über Sardinien macht. Diese Insel wird bekanntlich zum weitaus überwiegenden Theile aus granitischem Gesteine, sowie aus silurischen Sandsteinen und Schiefern zusammengesetzt. Nur am südlichen Fusse des Monte Gennargentu finden sich dem Granitgebirge aufgesetzt einige isolirte Partien alpiner Kalksteine, welche in ihren schroffen, ruinenähnlichen Formen auf das Lebhafteste an die Dolomite Südtirols erinnern und von den Einheimischen mit den Namen Toneri et Tacchi bezeichnet werden.

Die Vegetation dieser Toneri et Tacchi ist nun ganz eigenthümlich und spricht sich La Marmora beiläufig folgendermassen über dieselbe aus:[1]

„Unbeschreiblich ist die Pracht dieser jungfräulichen Wälder, welche bisher der Zerstörungswuth der Menschen entgangen

[1] Itinéraire de l'île de Sardaigne 1860. I. pag. 377.

sind. Der herrschende Baum ist die immergrüne Eiche (*Quercus ilex*), welche bald, senkrecht wie die Tannen des Nordens, zu unglaublichen Höhen emporschiessend, dichtgeschlossene Bestände bilden, durch die kein Sonnenstrahl den Boden zu erreichen im Stande ist, bald aber lockerer stehend eine Fülle anderer immergrüner Büsche zwischen sich beherbergen. Unter letzteren zeichnet sich namentlich die Stechpalme (*Ilex aquifolium*) aus, welche, sonst ein Busch, hier den Wuchs eines Baumes annimmt, ferner *Pistacia Lenticus*, *Arbutus*, *Unedo* und *Erica corsica*, welcher hier ebenfalls eine ungewöhnliche Höhe erreicht. Mühsam winden sich die Stege durch diese immergrünen Dickichte, welche ganz den Eindruck eines tropischen Waldes machen und oft ist man genöthigt, einen grossen Umweg zu machen, wenn eine riesige Eiche zu Boden gestürzt mit ihrer gewaltigen Krone weithin den Weg bedeckt."

Im Gegensatze zu dieser immergrünen Vegetation der Toneri et Tacchi ist das hügelige, aus Urgebirgen bestehende Innere von Sardinien zum grössten Theil von einförmigen Waldungen sommergrüner Eichen bedeckt. [1]

Äusserst merkwürdig ist die Gestaltung der Vegetationsverhältnisse auf der Balkanhalbinsel.

Serbien und Bulgarien, Thracien bis an den Bosporus und das Marmora-Meer, ganz Macedonien mit dem grössten Theile der Halbinsel Chalkis, sowie das gesammte Hügelland von Thessalien bis westlich an den Pindus und südlich an das Othrys-Gebirge sind vollständig von der mitteleuropäischen Vegetation

---

[1] Auffallend ist es allerdings, dass La Marmora bei einer Schilderung der Vegetationsgürtel des Monte Gennargentu über der Zone von *Quercus Robur*, der Zone des Nussbaumes und der Zone der Kastanie, zwischen 2700′ bis nahe an 5000′ (!) eine eigene Zone der immergrünen Bäume angibt, in welcher alle die Gewächse wiederkehren, welche er von den *Tonneri et Tacchi* erwähnte. Dass nun in so bedeutender Höhe immergrüner Wald vorkommt, während die tieferen Zonen des Berges und das hügelige Mittelland von sommergrünen Wäldern bedeckt sind, kann doch unmöglich in klimatischen Verhältnissen seinen Grund haben, und ich vermuthe daher, dass La Marmora in der von ihm angegebenen Höhe wahrscheinlich auf ein Kalkgestein stiess, welches eben die immergrüne Flora hervorbrachte, wie ja isolirte Kalkbildungen thatsächlich an verschiedenen Punkten des Berges vorkommen.

occupirt und es ist dies namentlich in der Umgebung von Constantinopel auffallend, wo man in der unmittelbaren Nachbarschaft von Kleinasien doch eine mehr südliche Flora zu finden erwartet und nun ausserhalb der Gärten ausschliesslich unsere ganz gewöhnlichen deutschen Bäume und Gesträuche antrifft. Alle die vorerwähnten Gebiete bestehen aber fast aus ganz granitischem Urgebirge oder aus anderen kalkarmen Gesteinen.

Das westlich von Thessalien gelegene Epirus, welches fast ganz von karstähnlichem Kalkgebirge eingenommen wird, besitzt wieder die immergrüne Mediterranflora und dieselbe treffen wir auch wieder auf dem thessalischen Olymp, der bekanntermassen ebenfalls ein Kalkgebirge ist.

Eine etwas ausführlichere Besprechung erheischt das Athosgebirge.

Der Athos, sowie überhaupt die ganze Halbinsel Hagios Oros (Heiliger Wald), sind durch ihre überaus üppige und reiche Vegetation berühmt, in der namentlich die ganz ungewöhnliche Entwicklung der immergrünen Bäume und Sträucher auffällt, die dem Lande eine fast tropische Physiognomie verleihen und einen so auffallenden Gegensatz zu den beinahe borealen Landschaften Constantinopels und Skutaris bilden.

Wenn wir nun aber die geologische Beschaffenheit dieses Gebietes ins Auge fassen, so scheint sich hier ein grosser Widerspruch mit den in vorliegender Arbeit vertretenen Ansichten herauszustellen, denn wenn der Gipfel des Athos auch allerdings aus krystallinischem Kalke besteht und ähnliche Marmorlagen sich auch auf der Halbinsel mehrfach vorfinden, so treten diese Gesteine der Masse nach doch gegen die Chlorit- und Glimmerschiefer zurück, aus denen der grösste Theil der Halbinsel und des Berges besteht. Überdies hebt Grisebach ausdrücklich und zu wiederholten Malen hervor, dass die immergrünen Holzgewächse ebensowohl auf dem Schiefer, wie auf dem Marmor vorkämen und die Verschiedenheit der Gesteine überhaupt gar keinen Einfluss auf die Zusammensetzung und Beschaffenheit der Vegetation erkennen lasse.

Es liegen mir leider keine Proben der vorerwähnten Schiefer vom Athos vor; wenn ich jedoch ins Auge fasse, dass die in Gemeinschaft mit krystallinischem Marmor vorkommenden Schiefer

in der Regel Kalkschiefer sind, so ist es nur äusserst wahrscheinlich, dass dies auch hier der Fall sein wird und die vorerwähnten Chlorit- und Glimmerschiefer eben Kalkchloridschiefer und Kalkglimmerschiefer sind, welche natürlich vorwiegend kalkliebende Pflanzen hervorbringen.

Es theilen diese Kalkschiefer das Schicksal so vieler anderer wissenschaftlicher Thatsachen, welche nicht in das eben herrschende System passen, dass sie nämlich ignorirt werden, und während z. B. der sogenannte Tourmalinfels, der kaum als eine Minerallagerstätte Erwähnung verdient, mit grosser Gewissenhaftigkeit selbst in kleinen Compendien der Geologie aufgeführt wird, werden die Kalkglimmerschiefer, obgleich sie in den Alpen mächtige Gebirgsketten zusammensetzen mit einer gewissen Geflissentlichkeit übergangen und ich habe schon viele Naturhistoriker höchlichst erstaunen sehen, wenn ich ihnen versicherte, dass ein grosser Theil der sogenannten Schieferzone der Alpen eigentlich ein Kalkgebirge sei.

Es ist mir zu wiederholten Malen vorgekommen, dass Botaniker fast in Bestürzung geriethen, indem sie plötzlich mitten im Schiefergebirge eine Menge Kalkpflanzen, ja eine förmliche Kalkflora antrafen; immer hat sich jedoch in diesem Falle herausgestellt, dass die betreffenden Schiefer eben Kalkschiefer waren.

Meinem verehrten Freunde, Herrn Juratzka, verdanke ich die Beobachtung, dass Kalkglimmerschiefer und Kalkchloritschiefer meistens durch eine besonders reiche und üppige Flora ausgezeichnet seien, indem neben den eigenthümlichen Kalkpflanzen auch ein grosser Theil der Schieferpflanzen sich einstellt und so gewissermassen die Floren beider Formationen zusammen auftreten. [1]

Wenn ich nun die letztere Bemerkung auf den Hagios Oros und Athos anwende, so scheint mir hier genau der letztere Fall vorzuliegen, denn dass hier die Pflanzen des kalkarmen Bodens durchaus nicht fehlen, geht aus Grisebach's Schilderungen

[1] Siehe hierüber auch: D. Stur, „Ueber den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Pflanzen, als Beitrag zur Kenntniss der Flora von Oesterreich, der Geographie u. Geschichte der Pflanzenwelt." (Sitzber. Wiener Akad. XX. 1856.)

mit Evidenz hervor, der ja überall mächtige Kastanienwälder und auf dem Rücken des Hagios Oros sogar zusammenhängende Waldungen aus lauter sommergrünen, mitteleuropäischen Waldbäumen angibt, unter denen sogar die gewöhnliche Buche (*Fagus sylvatica*) eine hervorragende Rolle spielt.

Etwas schwieriger scheinen mir die Verhältnisse auf dem Plateaulande der Chalkidike zu sein. Dieses Plateauland scheint, so viel mir bekannt, aus echtem Gneiss und Glimmerschiefer zu bestehen und auch Grisebach gibt an, dass hier keine Kalkeinlagerungen vorkommen und die Gebirgsformation von der des Hagios Oros verschieden und mehr derjenigen von Rumelien und Macedonien ähnlich sei. Trotzdem sind die Abhänge des Plateaus und die niederen Landstrecken am Meere ganz von immergrünen Sträuchern und den charakteristischen Krautpflanzen der Mediterranflora bedeckt, während auf dem Plateau selbst allerdings eine ganz mitteleuropäische Vegetation vorkommt. Zwischen den Abhängen und der Plateaufläche besteht, wie Grisebach hervorhebt, eine der schärfsten Vegetationsgrenzen, die man überhaupt kennt; denn während die ersteren, wie bereits erwähnt, ganz von dunkeln, immergrünen Büschen bedeckt sind, kommt auf dem Plateau selbst nicht ein einziges immergrünes Gewächs vor und Wald und Wiese haben ganz denselben mittel- und nordeuropäischen Charakter wie durch ganz Rumelien und Macedonien.

Es lässt sich nun allerdings schwer annehmen, dass die Abhänge von Chalkidike aus anderen Gesteinen bestehen sollten als das Plateau selbst, andererseits scheint es mir jedoch auch schwer, den vorerwähnten Gegensatz in der Flora auf klimatische Ursachen zurückzuführen, da die Erhebung des Plateaus durchschnittlich nur 1200′ beträgt und die immergrünen Eichenwälder aus Athos doch bis 3000′ ansteigen.

Sehr lehrreich ist es, die pflanzengeographischen Schilderungen Grisebach's auf seiner Reise von Saloniki nach Skutari zu verfolgen. Auf den Gneissgebieten Macedoniens, auf den Schiefermassen des Schargebirges und auf dem Grünsteingebirge Dukadeshins fand derselbe überall nur mitteleuropäische Vegetation und erst als er an den westlichen Abhängen desselben gegen Skutari hin abstieg, traf er plötzlich wieder die Mediterranflora.

Er spricht sich darüber folgendermassen aus:

„Der spitze Berggipfel, von dem ich dieser Aussicht mich erfreute und vielleicht zum ersten Male den Spiegel des adriatischen Meeres sah, gehörte zu einem von Süden nach Norden gerichteten Kamme und an der Westseite desselben führt ein schroffer Schlangenpfad tief hinab in ein Seitenthal des Drin. Als ich nun etwa zur halben Höhe des Berges hinabgestiegen war, wurde ich auf das Höchste durch die Vegetation überrascht, die sich hier meinen Blicken darbot. Hier war das Eichenland zu Ende, hier hatte endlich die italienische Sonne gesiegt. Zum ersten Male, seit ich die Ebene der Vardamündung in Macedonien verlassen, sah ich wieder ein Dickicht von immergrünen Sträuchern, zum ersten Male durchwanderte ich einen Wald von Korkeichen. Der steinige Boden aber war von duftenden, dalmatinischen Kräutern bedeckt und wiewohl ich in der für solche Gewächse so späten Jahreszeit nur wenige Pflanzen in Blüthe oder in einem erkennbaren Zustande antraf, so konnte ich mich doch leicht überzeugen, dass ich hier die Grenze der adriatischen Litoralvegetation überschritt, deren Gebiet ich von hier aus nicht wieder verlassen habe und deren Bestandtheile im nordwestlichen Albanien wesentlich mit denen der bekannten, süddalmatinischen Flora übereinstimmen. Die Höhe dieses Scheidepunktes zweier Vegetationsbezirke schätze ich auf 12—1500′, die gerade Entfernung von der Küste bei Alessio auf 8 Stunden.“

Wenn man aber die geologische Karte zu Rathe zieht, so findet man, dass in der That an dem von Grisebach angegebenen Punkte das Grünsteingebirge Dukadeshins aufhört und das Kalkgebirge beginnt und es wird äusserst wahrscheinlich, dass hier an dem plötzlichen Erscheinen der Mediterranflora neben der „italienischen Sonne“ auch das Kalkgebirge seinen redlichen Antheil hat.

Die letzten Angaben Grisebach's scheinen mir auch in Rücksicht auf Chalkidike von Wichtigkeit zu sein. Wenn man nämlich erwägt, dass hier noch mitten im hohen Gebirge die immergrüne Vegetation bis gegen 1500′ ansteigt, so ist es doch ganz undenkbar, dass auf dem Hauptlande von Chalkidike bei einer mittleren Erhebung von bloss 1200′ das vollkommene Fehlen der Mediterranflora durch klimatische Verhältnisse

bedingt sein sollte und zwar bis zu dem Grade, dass, wie Grisebach sich ausdrückt, hier „kein einziges immergrünes Gewächs“ vorkommt.

Das Innere von Morea soll nach Grisebach fast ganz von mitteleuropäischen Wäldern bedeckt sein und dasselbe scheint mir auch aus den freilich sehr spärlichen botanischen Notizen hervorzugehen, welche Fiedler in seiner „Reise durch Griechenland“ über diese Gegenden gibt. Die von Virlet und Boblay entworfene geologische Karte von Morea gibt aber im Innern von Morea auch ausschliesslich granitisches Gebirge an.

Indem wir uns nun von der balkanischen Halbinsel wieder weiter nach Norden und Osten wenden, treffen wir die Mediterranflora, und zwar wie Grisebach ausdrücklich hervorhebt, die „reine Mediterranflora“ auf dem Gebirge, welches die Südküste der Krym bildet, während merkwürdiger Weise die gegenüberliegenden, südwestlichen Abhänge des Kaukasus von Anapa bis beiläufig gegen den Ingur zu fast ausschliesslich sommergrünen Wald tragen. Untersuchen wir aber die geologische Beschaffenheit dieser beiden Gebirgszüge, so finden wir, dass der krymische Gebirgszug zum grössten Theile aus jurassischem Kalkstein, der vorerwähnte Abhang des Kaukasus aber ausschliesslich aus einem Zuge von Flyschgesteinen zusammengesetzt wird. Erst im Becken von Colchis tritt wieder in reicher Fülle immergrüner Wald auf, hier trifft man aber auch in grosser Entwicklung scagliaähnliche Kalkgebirge.

Ein sehr merkwürdiges Verhalten in Bezug auf die Flora zeigt nach Grisebach die Nordküste von Kleinasien, indem hier vom Bosporus angefangen bis beiläufig zum Cap Sinope die mitteleuropäische sommergrüne, von Sinope angefangen aber weiter nach Osten die immergrüne Mediterranflora herrscht.

Wenn man nun aber Tchihatcheff's Geologie von Kleinasien zu Rathe zieht, so stellt sich heraus, dass die Nordküste Kleinasiens vom Bosporus angefangen bis nach Sinope fast ausschliesslich aus Flyschbildungen besteht, während östlich davon neben denselben auch ausgedehnte Gebiete von Scaglia und Nummulitenkalk auftreten. Dass übrigens auch östlich von Sinope die sommergrünen mitteleuropäischen Laubwälder durch-

aus nicht vollständig fehlen, geht aus Tchihatcheff's Schilderungen mit voller Sicherheit hervor und zwar findet man fast regelmässig, so oft von einem Flyschgebiete die Rede ist, auch sofort den dichten sommergrünen Wald erwähnt.[1]

Es drängt sich nun wohl aber naturgemäss die Frage auf, wieso es denn möglich war, dass die Abhängigkeit der Mediterranflora von der Kalkunterlage, im Falle dieselbe wirklich so auffallend ist, wie im Vorhergenden geschildert wurde, bisher so vollständig übersehen werden konnte. Die Erklärung dieser auf den ersten Blick allerdings ganz räthselhaft scheinenden Thatsache ergibt sich jedoch ganz einfach aus folgenden Umständen:

Die in den Flyschbildungen häufig so mächtig entwickelten Fucoidenmergel (Alberese) werden selbst von Geologen unrichtiger Weise ganz allgemein als Kalke bezeichnet und der Nichtgeologe geht um so rascher in diese Auffassung ein, als thatsächlich diese Fucoidenmergel häufig zur Darstellung hydraulischer Cemente (hydraulischer Kalke) verwendet werden. Gleichwohl verhalten sich diese Mergel in Beziehung auf ihre physikalischen Eigenschaften ganz wie Thonschiefer, indem sie, ausserordentlich leicht verwitternd, einen tiefgründigen, wasserundurchlässigen Lehmboden erzeugen, welcher naturgemäss die Flora des Urgebirges hervorbringt.

Umgekehrt pflegen nun wieder Nichtgeologen (und häufig auch Geologen!) die krystallinischen Schiefer sammt und sonders in eine Rubrik zu bringen, unbekümmert, ob es kieselige oder

---

[1] So findet man aus dem Gebiete östlich von Sinope folgende Angaben (Tchihacheff, *Asie mineure, Géologie, vol. II*):

pag. 103. Längs des Flusses Merd Ismak zwischen Kausa, Kavak und Samsoum schöne Wälder von *Quercus Cerris*, *Carpinus orientalis*, *Ulmus campestris*, *Alnus glutinosa*, *Pinus sylvestris*, *P. Brutia*, *Pyrus amygdaliformis*, *Crataegus orientalis*, *Platanus orientalis*, *Coryllus Avellana*, *Paliurus aculeatus* *Rosa canina*, *Rubus idaeus* etc.

pag. 113. Zwischen Zilé und Missak auf grauwackenartigem Terrain schöne Wälder von *Quercus regia*, *Q. dshohorensis*, *Q. iberica*, *Q. Cerris*, *Pinus Brutia*, *Pyrus amygdaliformis*, *Rosa canina*.

pag. 116. Zwischen Tekké und Tekkelu Sandstein und kieseliger Kalkstein (Flysch), sowie vulkanisches Terrain, ziemlich gut bewaldet. *Fagus sylvatica*, *Carpinus Betula*, *Malus communis*, *Quercus pedunculata*, *Acer campestre*, *Pinus sylvestris*. *Azalaea pontica*.

kalkige Schiefer sind, obgleich sie sich in beiden Fällen offenbar ganz verschieden gegen die Vegetation verhalten müssen, indem sie in dem einen Falle die Pflanzen des Urgebirges, in dem anderen diejenigen des Kalkes hervorbringen.

Es ist nun ganz klar, dass ein Botaniker, der diesen beiden Klippen nicht auszuweichen weiss und einmal sommergrünen Wald auf vermeintlichem Kalkgebirge und ein anderes Mal immergrünen Wald auf Schiefergebirge findet, unmöglich die gesetzmässige Abhängigkeit der Pflanzendecke von der Bodenunterlage, wie dieselbe im Vorhergehenden dargestellt wurde, erkennen kann.

Es wäre nun wohl noch die Frage zu erörtern, wie man sich eigentlich den Einfluss, welchen das Kalkgebirge auf die Hervorbringung der Mediterranflora nimmt, vorzustellen habe, ob der Kalk hierbei von seiner chemischen Seite als Nahrungsmittel der Pflanze in Betracht komme, wie das Salz bei den Salzpflanzen, oder ob er nur durch seine physikalischen Eigenschaften wirke. Ohne mir in dieser schwierigen Frage ein endgültiges Urtheil zu erlauben, scheint es mir doch, dass die vorliegenden Erfahrungen entschieden für die letztere Auffassung sprechen und möchte ich hiefür folgende Thatsachen anführen:

Es ist bekannt, dass die Azoren, Madeira und die Canarischen Inseln eine der Mittelmeerflora sehr ähnliche Vegetation besitzen. Nicht nur herrschen auch hier die Holzgewächse mit schmalen lederartigen Blättern, sondern es sind auch fast alle Genera und selbst ein grosser Theil der Species ident. Gleichwohl sind die vorgenannten Inseln sämmtlich vulkanischen Ursprungs und würden in den Breiten von Italien sicher ebenso sommergrünen Wald tragen, wie die Trachyte der Euganeen und das vulkanische Albanergebirge bei Rom.

Umgekehrt ist es wieder ebenfalls bekannt, dass in kühleren Klimaten, wie z. B. in den nördlichen Alpen das Kalkgebirge keineswegs immergrüne Holzgewächse, sondern ganz denselben sommergrünen Laubwald trägt, wie das Schiefergebirge und dass hier der Unterschied in der Vegetation fast ausschliesslich in den Halbsträuchern und krautartigen Pflanzen offenbart.

Es geht daraus hervor, dass die Vertheilung der beiden Floren auf die beiden Gruppen von Bodenarten, wie sie in vor-

liegender Arbeit geschildert wurde, keineswegs überall stattfindet, sondern nur in einer gewissen intermediären Zone angetroffen wird und man die ganze Erscheinung vielleicht am besten dahin definiren könnte, dass die südliche Flora auf dem trockenen Kalkboden weiter nach Norden vorrückt als auf dem feuchten Thonboden.

Dass in dieser ganzen Frage der Kalk nicht mittelst seiner chemischen Eigenschaften wirkt, geht ferner auch schon daraus hervor, dass ja viele Fucoidenmergel offenbar viel reicher an kohlensaurem Kalke sind, als gewisse Kalkchloridschiefer und dennoch keine Mediterranflora hervorbringen, aber freilich verwittert der Fucoidenmergel ausserordentlich leicht und erzeugt einen tiefen Lehmboden, während die krystallinischen Kalkschiefer, welche den Kalk in der Form von krystallinischem Kalkspathe enthalten, der Verwitterung fast eben so hartnäckig widerstehen, wie der reine Kalkfelsen selbst.

Es lässt sich wohl erwarten, dass, wenn die im Vorhergehenden gegebenen Auseinandersetzungen richtig sind, sich ähnliche Erscheinungen auch in anderen Gegenden wiederholen werden und ich möchte die Aufmerksamkeit der Botaniker in dieser Hinsicht namentlich auf das Küstengebiet von Californien lenken, dessen Flora ihrem Charakter nach bekanntlich so ausserordentlich viel Ähnlichkeit mit der Mediterranflora zeigt. In der That stimmt aber auch die geologische Beschaffenheit dieses Gebietes auffallend mit den Gebirgsbildungen des Mittelmeerbeckens überein und finden sich hier namentlich mächtige Ketten von alpinen Kalksteinen.

Eine besondere Wichtigkeit scheinen mir alle diese Verhältnisse für viele Fragen der Phytopaläontologie zu gewinnen. Ob eine Flora aus Bäumen mit schmalen, lederartigen, immergrünen, oder aber aus solchen mit breiten, häutigen, sommergrünen Blättern besteht, wird in der Regel als ein Fundamental-Kriterium zur Beurtheilung des Alters einer bestimmten Flora angesehen. Wenn es sich nun aber herausstellt, und ich glaube dies thatsächlich nachgewiesen zu haben, dass unter Umständen Floren von so verschiedenem Charakter gleichzeitig unmittelbar neben einander vorkommen können, so ist es klar, dass man die leitenden Gesichtspunkte bei der Beurtheilung fossiler Floren

vollständig wird verändern müssen, indem man genöthigt sein wird, neben dem Klima auch die geologische Beschaffenheit des Terrains ins Auge zu fassen, auf welchem die betreffende Vegetation wuchs.

Ich habe bereits vor einiger Zeit, als ich Grund zu haben glaubte, die lignitführenden Schichten von Kumi für gleichzeitig mit den Schichten von Sinigaglia zu halten, den grossen Unterschied, den die Floren dieser beiden Localitäten zeigten, auf den Umstand zurückzuführen gesucht, dass das Grundgebirge bei Kumi aus Hippuritenkalk, bei Sinigaglia hingegen aus Flysch bestehe.[1] Wenn ich nun auch in diesem Augenblicke dieser Ansicht keinen weiteren Nachdruck geben will, so scheint mir doch die Thatsache auffallend zu sein, dass in allen bekannten Fällen, in denen sich eine fossile Flora durch schmale, lederartige Blätter auszeichnet (Häring, Sotzka, Monte Bolca, Monte Promina, Kumi), das nächstgelegene Gebirge thatsächlich Kalkgebirge ist.

In den fossilen Floren des Pariser und Londoner Beckens tritt diese Blattform bereits ganz entschieden zurück und in den westlichen Staaten Nordamerikas, welche fast ausschliesslich aus Urgebirge und Sandstein bestehen, zeigen wirklich auch alle Floren von der ältesten Kreideflora bis zur jüngsten Tertiärflora fast ausschliesslich dieselben breiten, häutigen, sommergrünen Laubblätter, wie sie noch die heutige Vegetation besitzt.

---

[1] Studien über die jüngeren Tertiärbildungen Griechenlands. (Sitzb. Wiener Akad. 1876, Vol. LXXIII.)

XIX. SITZUNG VOM 19. JULI 1877.

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Rollett in Graz übersendet eine von Herrn Dr. A. Chodin aus Petersburg im physiologischen Institute der Grazer Universität durchgeführte Arbeit: „Über die chemische Reaction des Sehnerven und der Netzhaut.“

Das c. M. Herr Prof. Dr. Constantin Freiherr v. Ettingshausen in Graz übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora von Parschlug in Steiermark.“

Das c. M. Herr Director C. Hornstein in Prag übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. Gustav Gruss, Assistenten der Prager Sternwarte: „Über die Bahn der Loreley (165).“

Das c. M. Herr Prof. Dr. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Arbeit des stud. phil. F. Vouk, betitelt: „Die Entwicklung des Embryo von *Asplenium Shepherdi* Spr.“

Das c. M. Herr Prof. L. v. Barth übersendet zwei Abhandlungen über folgende in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

I. „Über das Idryl“, von Dr. G. Goldschmiedt.

II. „Über das Verhalten einiger Harze und Harzsäuren bei der Destillation über Zinkstaub“, von G. Ciamician.

Das c. M. Herr Prof. Ad. Lieben übersendet eine Abhandlung von Dr. E. v. Sommaruga „über Isatinderivate“, ausserdem vier vorläufige Mittheilungen von Arbeiten, die gleichfalls in seinem Laboratorium, und zwar von den HH. Dr. H. Skraup, G. Niederist, L. Haitinger, endlich von ihm selbst in Gemeinschaft mit Herrn S. Zeisel ausgeführt worden, aber gegenwärtig noch nicht beendet sind.

Dr. Skraup hat das Cinchonin einer Untersuchung unterworfen.

Herr Gustav Niederist hat seine Arbeit „über die Einwirkung von Wasser auf die Haloïdverbindungen“ fortgesetzt.

Herr L. Haitinger hat die Einwirkung von Salpetersäure auf Trimethylcarbinol untersucht.

Herr Prof. Ad. Lieben hat, an eine ältere Arbeit „über Einwirkung schwacher Affinitäten auf Aldehyd“ anknüpfend, die Einwirkung von Salzlösungen auf die höheren Glieder der Aldehydreihe in Gemeinschaft mit Herrn S. Zeisel in Untersuchung gezogen.

Das c. M. Herr Prof. E. Mach in Prag übersendet eine Note, betreffend Versuche über Fluorescenz, die Herr Studiosus, B. Brauner im physikalischen Institute ausgeführt hat.

Herr Prof. Julius Wiesner übersendet eine im pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität von Herrn Theodor v. Weinzierl ausgeführte Arbeit: „Beiträge zur Lehre von der Festigkeit und Elasticität vegetabilischer Gewebe und Organe“.

Herr Ministerialrath Dr. F. C. Schneider übersendet eine von ihm unter Mitwirkung des Herrn Dr. M. Kretschy ausgeführte „Analyse der Schwefelthermen zu Baden nächst Wien“.

Herr Prof. Dr. Victor Pierre übersendet eine in seinem Laboratorium von dem stud. chem. Herrn G. Ciamician ausgeführte Arbeit: „Über die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen.“

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. Vier weitere Mittheilungen aus dem Laboratorium der allgemeinen Chemie an der technischen Hochschule in Brünn:
   - V. „Über einige Derivate des Dimethylhydrochinons“, von Herrn Prof. J. Habermann.
   - VI. „Über einige Derivate des Dimethylresorcins“, von Herrn M. Hönig.
   - VII. „Zur Bestimmung des Ammoniak mit unterbromigsaurem Natron“, von Herrn M. Hönig.
   - VIII. „Über eine Methode der Kohlensäurebestimmung in kohlensauren Salzen“, von Herrn E. Schneider.

2. „Über den Einfluss der Temperatur auf das galvanische Leitungsvermögen der Flüssigkeiten", von den Herren Dr. Franz Exner und Dr. G. Goldschmiedt in Wien.
3. „Über das Verhalten des Taurins im Organismus der Vögel", von Herrn Dr. C. O. Cech in Berlin.

Das w. M. Herr Hofrath Prof. Billroth überreicht eine Abhandlung von Herrn Prof. Dr. A. Frisch: „Über eigenthümliche Producte mykotischer Keratitis mit der Reaction des Amyloids."

Der Secretär überreicht eine von Herrn J. Schuhmeister, Assistent am k. k. physikalischen Institute, ausgeführte Arbeit: „Versuche über das Wärmeleitungsvermögen der Baumwolle, Schafwolle und Seide."

Herr Regierungsrath Dr. Th. Meynert überreicht eine Abhandlung des Herrn Dr. Schnopfhagen: Beiträge zur Anatomie des Sehhügels und seiner Umgebung.

Derselbe überreicht ferner seine: „Neue Untersuchungen über Grosshirnganglien und Hirnstamm".

Herr Dr. Ernst v. Fleischl überreicht die dritte Abhandlung aus seiner „Untersuchung über die Gesetze der Nervenerregung".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia imperialis scientiarum Petropolitana. Bibliotheca: Joannis Friderici Brandtii Index operum omnium. Petropoli, 1876; 4°. — Das fünfzigjährige Doctorjubiläum des Akademikers Geheimrath Johann Friedrich Brandt am 12. (24.) Januar 1876. St. Petersburg, 1877; 8°.

Accademia R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXIII. 1875—76. Serie seconda. — Vol. III°. Parte prima. Transunti e Bullettino bibliografico. Roma, 1876; 4°. Parte seconda. Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. Roma, 1876; 4°. — Anno CCLXXIV. 1876—77. Serie terza. Transunti. Vol. I. Fascicolo I°. Dicembre 1876. Roma, 1877; 4°. — Fascicolo 2°. Gennajo 1877. Roma, 1877; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. März und April 1877. Berlin; 8°.

Archiv der naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung von Böhmen: Die Arbeiten der chemisch-petrologischen Abtheilung. (III. Band. V. Abtheilung.) Prag, 1877; 4°.

Commission, permanente, der europäischen Gradmessung: Verhandlungen zugleich mit dem Generalbericht für das Jahr 1876. Berlin, 1877; 4°.

Comptes rendu des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV. Nrs. 1 & 2. Paris, 1877; 4°.

Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. X. Jahrgang, Nr. 12. Berlin, 1877; 8°.

— geographische in Bremen; Deutsche geographische Blätter. Jahrgang I, Heft 2. Bremen, 1877; 8°. — Catalog der Ausstellung ethnographischer und naturwissenschaftlicher Sammlungen. Bremen, 1877; 8°.

— königl. ungarische naturwissenschaftliche: Természettudományi Értekezések. VII. Budapest, 1875; 8°.

— Természettudományi Közlöny. VI. Kötet, 53ik—64ik füzet. Budapest, 1874; 4°. — VII. Kötet, 65ik—70ik füzet. Budapest, 1875; 4°. — VIII. Kötet, 77ik—88ik füzet. Budapest, 1876; 4°. — A Történelem elötti idök, von Sir John Lubbock; nach der dritten Originalausgabe übersetzt von J. Öreg. I. & II. Band; mit 4 Tafeln und 216 Fig. Budapest, 1876; 8°. — A Hö mint a mozgás egyik neme, von John Tyndall, übersetzt von K. Jezsovics, mit 109 Fig. Budapest, 1874; 8°. — Más világok mint a mienk, von R. Proctor, nach der dritten Auflage übersetzt von Dr. K. Császár, mit 7 Tafeln und 7. Fig. Budapest, 1875; 8°. — Hogy nö a vetés, von Samuel W. Johnson, übersetzt von M. Duka; mit 71 Fig. Budapest, 1876; 8°. — Népszerü tudományos elöadások, von H. Helmholz, übersetzt von B. L. Eötvös u. J. Jendrassik, 2 Hefte in einen Band, mit 57 Fig. Budapest, 1877; 8°. — Gregus Gyula összegyüjtött Értekezései, von A. Gregus. 1 Brustbild. Budapest, 1876; 8°. — Magyarország pógfaunája, von Herman Otto. I. Band. Budapest, 1876; 4°. — Magyarország vaskövei és vasterményei, von A. Kerpely, 3 Taf., 15 Fig.; Budapest, 1877; 4°. — Monographia Lygaeidarum Hungariae, von G. Horváth, 1 Tafel. Budapest, 1875; 4°. — Rotatoria Hungariae, von D. S. Bartsch; mit 4 Tafeln. Budapest, 1877; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXVIII. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1877; 4⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. II. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1877; 4⁰.

Jahrbuch, Statistisches des k. k. Ackerbau-Ministeriums für 1876. Wien, 1877; 8⁰.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1877. Mai bis Juni-Heft. Wien; 8⁰.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen. Jahrgang 1877. 5. Heft; mit 6 Taf. und 4 Fig. Wien, 1877; 8⁰.

Nature. Nr. 402, Vol. XVI. London, 1877; 4⁰.

Plantamour, E. et Wolf, R.: Détermination télégraphique de la Différence de Longitude entre l'Observatoire de Zürich et les stations astronomiques du Pfänder et du Gäbris. Genève—Bale. Lyon, 1877; 4⁰.

Reichsforstverein, österr.: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXVII. Band, Jahrg. 1877, Juli-Heft. Wien; 8⁰.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIe Année, 2e Série. Nr. 2. Paris, 1877; 4⁰.

Rossetti, Francesco: Sulla temperatura delle fiamme. Memoria. Venezia, 1877; 12⁰.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Dispensa 6^{a}. Guigno 1877. Palermo, 1877; 4⁰.

— Italiana di Antropologia et di Etnologia: Archivio. VII⁰. Volume. Fascicolo I. Firenze, 1877; 8⁰.

Société des Ingénieurs civils. Séance du 6 Avril 1877; du 4 et 18 Mai 1877; du 1 et 15 Juin 1877. Paris, 1877; 8⁰.

— des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. 2e Série. Tome II. 1e Cahier, Paris, Bordeaux, 1877; 4⁰.

Society, the royal Geographical: Journal. Vol. XLVI. 1876. London, 1876; 8⁰.

Tomaselli, Salvatore Cav.: La Intossicazione Chinica e l'Infezione malarica. Catania, 1877; 4⁰.

Trois, Enrico, Filippo: Sopra la Esistenza di veri Gangli linfatici nel Lofio pescatore e nel Lofio martino. Venezia, 1877;

4°. — Sopra una importante applicazione dell' Olio empireumatico di Betula alba. Venezia, 1872; 12°. — Trois, Filippo e Perugia Alberto: Sui Linfatici del Cuore del Mola aspera. Venezia, 1866; 12°. — Sulla comparsa nelle nostre acque. Sulla comparsa accidentale della *Fratercula arctica* sulla spiaggia di Malamocco. Venezia, 1874; 12°. — Sulla comparsa di un Luvarus imperialis nell' Adriatico e cenni sulla struttura di alcuni suoi visceri. Venezia, 1867; 12°. — Sulla struttura delle villosità uterine de *Myliobatis noctula* et della Centrina Salviani. Venezia, 1876; 12°. — Sull' esistenza di un sistema linfatico superficiale in alcune specie di pesci ossei. Venezia, 1869; 12°. — Sull' intima struttura delle villosità uterine dell' Acanthias vulgaris sotto il punto di vista zootomico-fisiologico. Venezia, 1867; 12°, — Prospetto sistematico dei Pesci dell' Adriatico e Catalogo della collezione ittiologica del R. Istituto Veneto. Venezia, 1875; 12°. — Rapporto sugli Aumenti delle collezioni zoologiche e zootomiche del R. Istituto. Venezia, 1876; 12°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1877; 4°.

Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora von Parschlug in Steiermark.

Von dem c. M. Prof. Dr. **Const.** Freih. v. **Ettingshausen.**

I. Theil.

Die Blattpilze und Moose.

(Auszug aus einer in der Sitzung der math. naturw. Classe am 19. Juli 1877 vorgelegten Abhandlung.)

Das zu Parschlug nächst Kapfenberg in Obersteiermark begrabene vorweltliche Herbarium wurde zuerst von dem um die Phyto-Paläontologie hochverdienten Franz Unger der Wissenschaft aufgeschlossen. Die reiche Ausbeute, welche er viele Jahre hindurch daselbst zu Stande gebracht, ist in seinen Werken *„Genera et species plantarum fossilium“ „Iconographia“* und *„Sylloge plantarum fossilium“* publicirt worden.

Da nach dem Ausspruche Unger's es kaum einen Ort auf der Erde geben dürfte, welcher eine reichere vorweltliche Flora beherbergt als Parschlug, so war es wohl zu erwarten, dass fleissige Nachforschungen daselbst noch viele neue Schätze für die Wissenschaft zu Tage fördern werden. Ich kann diesen Ausspruch Unger's nur bestätigen und noch hinzufügen, dass wohl kaum anderswo so prachtvoll erhaltene Pflanzenfossilien sich finden dürften. Seit dem Jahre 1850 habe ich den verschiedenen Fundstellen fossiler Pflanzen bei Parschlug alle Aufmerksamkeit geschenkt und verfüge bereits über eine sehr grosse Sammlung von daher.

Ich bin aber noch weit davon entfernt, behaupten zu dürfen, dass nun Parschlug vollständig ausgebeutet sei; denn bei jeder Aufsammlung kamen nicht wenige neue Reste zum Vorschein. Es werden also die Fundstellen dieser so sehr reichhaltigen Localität noch viele Ausbeute ergeben und ich hoffe, mich auch noch fernerhin an derselben betheiligen zu können.

Gegenwärtig ist es meine Absicht, mit der Veröffentlichung der neuen oder besonders interessanten Parschluger Funde zu beginnen.

Dieser erste Beitrag enthält die von mir aus dieser Flora gesammelten fossilen Kryptogamen, zumeist Blattpilze. Dieselben sind im Nachfolgenden aufgezählt.

Class. **Fungi.**

Ord. Hyphomycetes.

Phyllerium lignitum Ett.
Phyllerium parschlugianum Ett.

Ord. Pyrenomycetes.

Sphaeria interpungens Heer.
Sphaeria mediterranea Ett.
Sphaeria Daphnes Ett.
Sphaeria achreia Ett.
Sphaeria deperdita Ett.
Sphaeria Duncani Ett.
Sphaeria effossa Heer.
Sphaeria Ungeri Ett.
Sphaeria Palaeo-Sapindi Ett.
Sphaeria Palaeo-Lentisci Ett.
Depazea increscens A. Braun.
Hysterium parschlugianum Ett.
Xylomites Liquidambaris Ett.
Xylomites Daphnes Ett.
Xylomites Rhamni Aizoonis Ett.
Xylomites Quercus serrae Ett.
Xylomites Lauri Ett.
Xylomites Drymejae Ett.
Xylomites ambiguus Ett.
Xylomites varius Heer.
Xylomites Pistaciae Ett.
Xylomites Aristolochiae Ett.
Xylomites Aceris decipientis Ett.

Rhytisma Planerae Ett.
Rhytisma Pythii Ett.
Rhytisma Aceris Ett.
Rhytisma parschlugianum Ett.

Ord. **Gasteromycetes**.

Sclerotium pustuliferum Heer.

Class. **Musci.**

Hypnum Schimperi Ung. sp.

Die Entwicklung des Embryo von Asplenium Shepherdi Spr.

Von **F. Vouk,**

stud. phil. in Graz.

(Mit 3 Tafeln.)

1. Einleitung.

Man pflegt in der Regel derartigen entwicklungsgeschichtlichen Abhandlungen eine historische Skizze vorauszuschicken, in welcher die Recapitulation der wichtigsten auf den Gegenstand Bezug habenden Resultate aufgenommen wird. Es soll damit gezeigt werden, dass man an die schon geschaffene Basis anknüpfen und die Arbeit dort wieder aufnehmen will, wo sie die Vorarbeiter gelassen haben.

Ich vermeide absichtlich diese gewöhnliche Einleitung aus verschiedenen Gründen. Es fehlt einerseits an ähnlichen Angaben nicht; ich verweise auf Kny,[1] Kienitz-Gerloff[2] und Andere; man müsste also nur allbekannte Sachen wiederholen, und anderseits ist es in der That äusserst schwierig, aus der diesbezüglich umfangreichen Literatur feststehende, allgemein giltige und als Thatsachen begründete Punkte hervorzuheben, da es über die ersten Entwicklungsstadien des Farnembryo und über die morphologische Deutung seiner Urzellen fast eben so viele Ansichten als Autoren gibt.

Ich fand es daher für zweckmässiger, die in der Literatur schon verzeichneten, mit meiner Beobachtung übereinstimmenden

---

[1] Die Entwicklung der Parkeriaceen, dargestellt an *Ceratopteris thalictroides* Brongn. Nova acta A. L. C. Bd. XXXVII, Nr. 4, 1875.

[2] Über den genetischen Zusammenhang der Moose mit den Gefässkryptogamen und Phanerogamen. Vorgetragen in der Hamburger Naturforscherversammlung, Sitzung vom 19. September. Separatabdruck aus der Botanischen Zeitung 1876, Nr. 45.

Angaben im Texte entsprechend zu würdigen und eventuell zu bestätigen. Offen gestanden, enthält diese meine vorliegende Arbeit fast keinen einzigen Satz, der nicht schon anderen Ortes ausgesprochen worden wäre; ob nichtsdestoweniger meine Untersuchung der Wissenschaft zu Gute kommen könne oder nicht, darüber möge der verehrte Leser entscheiden.

Bevor ich zur Darstellung meiner eigenen Untersuchungen übergehe, will ich doch drei Punkte einer möglichst eingehenden Vorbesprechung unterziehen.

a) Vor Allem ist die Frage nach den Ursachen, welche einheitliche und übereinstimmende Untersuchungsresultate verhinderten, die zunächst liegende.

Es ist Jederman bekannt, dass das Untersuchungsmateriale, welches man zum Studium der Farnembryologie benöthiget, wesentliche und nicht leicht zu beseitigende Schwierigkeiten darbietet. L. Kny[1] äussert sich darüber folgendermassen: „Die Pflanze *(Ceratopteris thalictroides)* bietet für die Untersuchung vor der grossen Mehrzahl der Farnkräuter den Vortheil, dass sie einjährig ist und ihre Entwicklung von der Keimung der Spore bis zur Reife der letzten Fruchtwedel im Laufe mehrerer Monate abschliesst. Auch sonst ist sie durch die Schlankheit ihres Vegetationskegels, die relative Sparsamkeit der die jungen Wedel bedeckenden Spreuschuppen und die Durchsichtigkeit ihrer Gewebe ein besonders günstiges Object. Begünstiget wird die Untersuchung ferner durch den sparsamen Chlorophyllgehalt der den Embryo umgebenden Vorkeimzellen. Man ist hierdurch des mühsamen und zeitraubenden Herauspräparirens überhoben und kann das viel einfachere Verfahren anwenden, die Gewebe durch chemische Mittel durchsichtig zu machen."

Gerade entgegengesetzt bezüglich der zuletzt als geeignet bezeichneten Methode lautet die Ansicht Hanstein's,[2] welcher behauptet, dass das Freipräpariren „die einzige Methode ist, durch welche man die Zelltheilung und Entwicklung des Keimes sicher und ohne Zweifel unterworfen zu bleiben verfolgen kann". „Ich halte dies nicht nur für *Marsilia*, welche

---

[1] Parkeriaceen. Nova acta, pag. 6.

[2] J. f. w. Bot. Bd. IV, pag. 224.

einen völlig kreisrunden und regelmässigen Vorkeim hat, sondern auch für andere Gefässkryptogamen aufrecht und nur diese Methode ist es, welche einen Beobachter zu sicheren naturgetreuen Schilderungen führen kann, alles Andere ist mehr weniger Vermuthung."

Halten wir noch die Thatsache fest, dass die vorwiegende Mehrzahl der Farne Prothallien liefert, welche ein höchst ungünstiges Verhältniss zwischen der Anlage von Archegonien und Erzeugung von Embryonen ergeben, so dürfte die Angabe einer Methode, nach welcher man so ziemlich sicher jeden gefundenen Embryo der Beobachtung unterziehen kann, gar nicht unerwünscht sein.

Ich legte die Prothallien mit ihrer Lichtseite an den Objectträger und durchmusterte unter einem Präparirmikroskope sämmtliche Archegonien, um zu sehen, ob sie einen Embryo führen oder nicht, was in kurzer Zeit, nach einer kleinen Übung in der Beurtheilung ihrer gegenseitigen Grössenverhältnisse, erkannt werden kann.

Wenn man, wie gewöhnlich, zur Untersuchung Alkoholmaterial benützt und die Objecte durch Zusatz von etwas Kalilösung aufhellt, gelingt es bei einiger Übung leicht, selbst zweizellige Embryonen enthaltende Archegonien von unbefruchtet gebliebenen zu unterscheiden.

Ich nahm darauf dieses, einen Embryo tragende Prothallium, richtete seine Längsachse möglichst genau in die Richtung von rechts nach links und schnitt mir mit einer gut geschliffenen Nadel, sehr nahe an der Archegoniummündung vorbeifahrend, die eine Prothalliumhälfte weg; ein zweiter, mit dem ersten parallel geführter, auch in die Wachsthumsachse des Prothalliums fallender und möglichst knapp an der zweiten Seite des Archegoniums gelegter Schnitt gab mir einen Streifen, worin das Archegonium mit der befruchteten Eizelle lag.

Es hängt nur von der bereits erworbenen Geschicklichkeit des Präparators und auch von der Wahl des zu untersuchenden Objectes ab, ob die so herausgeschnittenen Streifen gleich zur Beobachtung geeignet erscheinen oder nicht. Man kann, eine sichere Führung des Schnittes und gute Präparirinstrumente vorausgesetzt, in kurzer Zeit die Übung bekommen, sich

Präparate anzufertigen, welche, selbst bei sehr jungen Stadien, nicht mehr als eine einzige den Embryo seitlich noch umhüllende Zellenschichte aufweisen (Fig. 3*b*, Taf. I).

So dünne Präparate dürften für gewisse Farnarten schon durchsichtig genug sein, um sie bei durchfallendem Lichte untersuchen zu können. Bei unserer Art hingegen war das den Embryo umhüllende, kleinzellige Prothalliumgewebe dicht mit Zelleninhalt gefüllt und dazu noch die Zellenwände so tief gebräunt, dass es mir unmöglich gemacht wurde, den Aufbau des Embryo mit aller Sicherheit zu erkennen.

Ich war in Folge dessen gezwungen, das Präparat mit Hilfe chemischer Mittel durchsichtig zu machen. Nach verschiedenen und zahlreichen Versuchen zeigte es sich, dass folgende Behandlung am sichersten zu einem günstigen Resultate führt:

Man lässt das Präparat eine Zeit lang in Kali liegen. Die Dauer der Einwirkung, wie die Stärke des Kali muss für jede Art speciell, sowie für verschiedene Entwicklungsstufen derselben Art versuchsweise ausgemittelt werden. Ich liess einzelne Präparate 24—48 Stunden und selbst darüber in concentrirter Kalilauge liegen, wusch sie dann mit destillirtem Wasser aus und kochte dieselben nachher möglichst sorgfältig und abwechselnd in Kali und Wasser einige Male aus. Das Kochen hat im siedenden und dabei noch bei möglichst hohem Drucke siedenden Wasser, beziehungsweise Kali, durchgeführt zu werden. Ich legte daher das Präparat auf den Objectträger und überdeckte dasselbe mit einem Deckgläschen, welches durch der jeweiligen Dicke des Embryo angepasste Korklamellen unterstützt wurde, so dass letzterer in diesem mit Kali oder Wasser angefüllten Raume ohne Schwierigkeit hin und her schwimmen konnte.

Beim Erwärmen muss man wohl darauf achten, dass die Wärme sehr langsam zugeführt wird, weil beim plötzlichen Erhitzen entweder das Glas springen oder bei rapider Dampfbildung das Deckgläschen abgetragen und das Object selbst mitgerissen werden kann. Regulirt man nun die Wärmezufuhr derart, dass die Flüssigkeit langsam siedet und localisirt durch entsprechende Neigung die Richtung der entweichenden Bläschen, so kann das Präparat so lange gekocht werden, bis sich die Flüssigkeit durch den austretenden Farbstoff dermassen getrübt

hat, dass man den Bewegungen des Objectes nicht mehr mit dem Auge zu folgen im Stande ist. Man wäscht die verunreinigte Flüssigkeit aus, sieht sich allenfalls das Präparat unter dem Mikroskope an und kocht es auf diese Weise weiter, bis man die erwünschte Durchsichtigkeit erreicht. Dann wird das Präparat ins Wasser oder später Glycerin gelegt und untersucht.

Diesem Verfahren verdanke ich eine Reihe schöner Präparate und genauer Zeichnungen bei Mitteleinstellungen, die man sonst von einer schon ziemlich erwachsenen Farnpflanze wohl nur mit Hilfe der weniger zuverlässigen und immerhin noch schwierigeren Schnittmethode anfertigen könnte.

Es verdient noch erwähnt zu werden, dass der Embryo von *Asplenium Shepherdi* gleich in den ersten Jugendstadien sowohl gegen mechanische als chemische Einwirkungen äusserst resistent ist. Oft mussten die durch das Kochen gänzlich macerirten Korklamellen gewechselt werden, bis sich das Gewebe des Embryo entfärbte, der noch immer eine hinlängliche Festigkeit besass, um durchstudirt und einige Male abgezeichnet werden zu können. Diese Thatsache verdient ein um so höheres Interesse, als Hanstein[1] für *Marsilia* gerade das Gegentheil behauptet.

Man kann daher vermuthen, dass es auch in der Gruppe der Farne empfindlichere Embryonen geben wird, als sie *Asplenium* aufweist, welcher Umstand beim oben angegebenen Aufhellungsverfahren berücksichtigt werden müsste.

b) Der zweite Punkt betrifft die Orientirung des Embryo und seiner Organe.

Bekanntlich war es Hofmeister, welcher die Lage des Embryo, d. h. die Lage seiner Urzellen für die künftigen Organe, nach der Stellung derselben zur Archegoniummündung bestimmte und darauf die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse zwischen den Phanerogamen und Gefässkryptogamen zu stützen versuchte. Es gibt noch heute hervorragende Männer, welche dieses Bestimmungsprincip noch anerkennen, dasselbe sogar für die vergleichende Embryologie mit Vortheil anzuwenden glauben.

Fasst man sämmtliche wissenschaftlichen Errungenschaften zusammen, so geht für das Verhältniss der gegenseitigen Stellung

---

[1] Jahrb. f. w. Bot. Bd. IV, pag. 225.

des Embryo und des Archegoniumhalses so viel hervor, dass be verschiedenen Gruppen die Organe am Embryo zur Archegoniummündung verschieden orientirt erscheinen, und dass selbst bei nahe verwandten, ja selbst innerhalb derselben Pflanzenart diesbezüglich nicht unbedeutende Verschiedenheiten herrschen können.

Dafür einige Beispiele:

Nach Hofmeister's[1] eigener Erklärung weicht *Salvinia natans* in dieser Beziehung einerseits von allen anderen Gefässkryptogamen ab und anderseits ersehen wir aus seinen,[2] wie auch aus N. Pringheim's[3] Zeichnungen, dass selbst verschiedene Individuen dieser Art hierin nicht übereinstimmen. Dieselbe Bemerkung finden wir bei J. Hanstein[4] für *Marsilia*.

Viel überzeugender wirkt die Stelle Hofmeister's, worin er die Neigungsverhältnisse des ersten Wedels zur Archegoniumachse für *Isoëtes lacustris*[5] bespricht; er sagt: „Der erste Wedel spreizt entweder rechtwinkelig[6] von der Längsachse des Archegoniums und des Embryo oder er strebt aufwärts[7] oft in so spitzem Winkel, dass sein Scheitel in die obere Wölbung der Centralzelle des Archegoniums sich drängt. Dieser Fall ist der häufigste; sehr selten dagegen richtet sich der Wedel abwärts[8] gegen das Centrum des Prothalliums."

Hofmeister hielt diese Verschiedenheit für eine Folge nachträglicher Wachsthumsverschiebungen, ist also der Ansicht, dass die Anlage der Organe in allen Fällen dieselbe gewesen wäre. Es ist aber ebenso berechtigt die Annahme, dass schon in der Anlage der Grund zur verschiedenen Orientirung des ersten Wedels gelegen gewesen sei, dass also dieselbe ihren Grund in einer verschiedenen Lage von dessen Mutterzelle am Embryo (gegen die Archegoniummündung) gehabt hätte.

---

[1] Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen. Bd. 2.
[2] Beiträge z. K. d. G. Bd. 2, Taf. XIII, Fig. 14—17.
[3] J. f. w. B. Bd. 3, Taf. XXVIII, Fig. 2, 4, 6, 8.
[4] J. f. w. Bot. Bd. 4, pag. 229.
[5] Beiträge z. K. d. G. Bd. 1, pag. 134.
[6] Beiträge z. K. d. G. Bd. 1, Taf. III, Fig. 13.
[7] Beiträge z. K. d. G. Bd. 1, Taf. III, Fig. 3.
[8] Beiträge z. K. d. G. Bd. 1, Taf. III, Fig. 7.

Ich führe nur noch zwei Fälle an; der eine berührt die Farne, der zweite die Equisetaceen:

Aus allen bisherigen Beobachtungen geht die Thatsache hervor, dass bei den Farnen die Wachsthumsrichtung des ersten Wedels in seinen jüngsten Stadien in der Mehrzahl der Fälle mit jener des Prothalliums gleichsinnig zusammenfällt. Nun zeichnet aber Hofmeister[1] auch einen Fall, wo der erste Wedel gegen den mit Rhizoiden besetzten Prothalliumgrund gerichtet ist.

Bei den Equisetaceen ist die Neigung der ersten Wand zur Längsachse des Archegoniums auch nicht constant; nach Hofmeister bildet sie mit ihr einen rechten, nach Sadebeck's[2] vor Kurzem publicirten Angaben einen spitzen Winkel. Bezüglich der ferneren Differenzirung sagt Sadebeck Folgendes: „In ihrer Orientirung im Archegonium, sowie in ihrer weiteren Entwicklung zeigen jedoch die Embryonen der Schachtelhalme eine auffallende Verschiedenheit von denen der Farne, indem gerade umgekehrt, wie bei letzteren der dem Archegoniumhalse zugewendete Quadrant zum Stammscheitel sich ausbildet, der vom Archegoniumhalse abgewendete dagegen zur ersten Wurzel. Bei beiden Familien ist mit Ausnahme dieser Drehung des Embryo eine vollständige Übereinstimmung in der Orientirung der ersten Theilungswände vorhanden.“

Alle diese Fälle sprechen offenbar dafür, dass der Embryo vom Archegonium in keiner Weise bezüglich der Organentwicklung beeinflusst wird. Das Prothallium dürfte jedoch, weil ja der Embryo nutritiv an dieses gebunden ist, nicht ohne Einfluss auf die Ausbildung des Fusses bleiben.

Schliesslich wollen wir noch unseren Standpunkt, den wir diesen Verhältnissen gegenüber einnehmen wollen, kurz erörtern.

Wir betrachten vorderhand die Flächen des Prothalliums und seine Wachsthumsrichtung als Orientirungsmittel, stellen uns dabei vor, dass das Prothallium genau horizontal wächst und richten seine Längsachse so, dass dessen mit Rhizoiden besetzter Grund nach rückwärts, der fortwachsende Scheitel nach vorne gelegen erscheint. Was wir in dieser Stellung am Pro-

[1] Taf. III, Fig. 1, Beiträge 2.

[2] Bot. Zeitung Nr. 3, 1877.

thallium rechts, links, vorn, hinten und oben unten nennen, wollen wir auch auf den Embryo übertragen. Wir verwahren uns zwar dagegen, diese Orientirung als die natürliche auszugeben, betrachten sie doch für einzelne Specialabhandlungen als ein hinlängliches und vollkommen ausreichendes Anschauungsmittel.

Ganz anders gestaltet sich das Verhältniss bei vergleichend-embryologischen Betrachtungen. Hier müssen wir der Übersichtlichkeit halber alle diese Vorstellungen ganz fahren lassen und nur die Embryonen für sich, ohne alle Rücksicht auf ihre Lage zum Prothallium so aufstellen, dass die erste Wand bei sämmtlichen in eine vorderhand noch unbestimmte Ebene fällt und alle ihre gleichwerthigen Organe gegen denselben Himmelsstrich gewendet sind, wie es seinerzeit auch Kienitz-Gerloff that, weil man auf anderen Wegen zu einer klaren Einsicht über die thatsächlichen übereinstimmenden morphologischen Verhältnisse, die allen Embryonen eigen sind, nur sehr schwer gelangen kann. Bezüglich des Zusammenfallens der ersten Wand mit der Horizontalebene schliessen wir uns an den eben genannten Forscher um so lieber an, als wir schon jetzt einige Anhaltspunkte haben, vermuthen zu können, dass letztere Aufstellung die natürliche sein dürfte, dass also der Embryo, mit anderen Worten, gleich in seiner ersten Theilung schon von der Schwere abhängig sei, welche Behauptung doch, da die darüber angestellten Versuche noch keine befriedigenden Resultate ergaben, der Zukunft vorbehalten bleiben muss.

c) Endlich hätten wir noch, als unseren dritten Punkt, das Verhältniss zu erörtern, welches zwischen der Zeitfolge der ersten Wände und der Differenzirung des Embryo besteht.

Man liest allgemein, dass die ersten Theilungsschritte für die Morphologie des Embryo von wesentlicher Bedeutung sind und gibt sich alle Mühe, ihre Aufeinanderfolge zu bestimmen.

Wir müssen zwar diesen Untersuchungsgang nicht geringschätzen, er gehört zu jeder halbwegs genauen Arbeit, können aber wieder nicht in Abrede stellen, dass ein Theilungsschritt in der Eizelle möglicher Weise auch durch Zufälligkeiten beeinflusst werden könnte, dass also die morphologische oder anatomische Gliederung des Embryo nicht unbedingt mit der Theilungsfolge

übereinzufallen braucht, dass sich, mit anderen Worten, zwischen zwei morphologisch gleichwerthige Theilungsschritte zweier entfernter oder auch auf gleicher Stufe im Systeme stehenden Embryonen auch solche einschieben können, die irgend eine andere Bedeutung haben und z. B. als Folge mechanischer Einflüsse, der Vererbung oder Anpassung u. dgl. zu halten sein werden, was darin begründet erscheinen muss, dass alle diese Wände dort und dann verschwinden, wo und wann die ihr Erscheinen bedingenden Umstände nicht mehr vorhanden sind.

Man wäre geneigt, z. B. das Spitzenwachsthum eines Laubmoosembryo mittelst zweischneidiger Scheitelzelle als einen wesentlich verschiedenen Vorgang von jenem, nach welchem sich der Lebermoosembryo mit seiner vierzelligen Scheitelzellengruppe aufbaut, zu bezeichnen, wo sich doch beide Gebilde in anatomischer Hinsicht so nahe verwandt sind, dass man einen wesentlichen und durchgreifenden Unterschied zwischen ihnen derzeit wohl nicht gar leicht zu finden im Stande ist. Vergleicht man doch alle jene Wände mit einander, welche in beiden Fällen Zellen abschneiden, welche die Längsachse des Embryo zu verlängern bestimmt sind, so dürfte der eine Typus nur als ein specieller Fall des andern erscheinen. Während nämlich die Theilungen der Eizelle eines Lebermooses vor Allem auf ein allseitiges Breitenwachsthum hinzudeuten scheinen, tritt beim Laubmoosembryo ein energisches Spitzenwachsthum in den Vordergrund, beide Gebilde sind an Querschnitten in einer gewissen Höhe unter dem Scheitel absolut gleich gebaut und erreichen nur auf verschiedenen Wegen dasselbe Differenzirungsprincip.

Um nur noch ein einziges Beispiel anzuführen, wollen wir erwähnen, dass man für den Farnembryo die Differenzirung desselben nach Kugelquadranten, respective Kugeloctanten für so wichtig hält, dass man fast allgemein schon diese Zellen als Urmutterzellen seiner Organe auffassen zu müssen glaubt. Abgesehen von der, für die thatsächlichen stereometrischen Vorstellungen nicht besonders gut gewählte Versinnlichung dieser Theilungsweise des Embryo, werden wir weiter unten doch sehen, dass die Embryonen unserer Gefässkryptogamen einerseits unter sich und anderseits auch zu den Leber- oder Laub-

moosen viel deutlichere Anzeichen der gegenseitigen Nebeneinanderreihung, respective Über- und Unterordnung von Zellcomplexen aufweisen, als man dies bisher anzunehmen geneigt war; dabei müssen wir aber nicht die morphologische Gleichwerthigkeit der Zeitfolge der einzelnen Theilungsschritte identificiren.

Wir wollen daher einen Unterschied in der Beurtheilung der mehr oder weniger wichtigen Theilungsacte derart aufstellen, dass wir nur auf jene Wände unser besonderes Augenmerk richten, welche für diesen eben vorliegenden speciellen Fall, also morphologisch oder anatomisch, die Hauptrolle spielen, und wollen als morphologisch wichtige Wände jene bezeichnen, die am Embryo, ohne alle Rücksicht ihrer gegenseitigen Aufeinanderfolge, als Grenzscheiden von Organen fungiren, während wir unter anatomisch wichtige alle jene subsummiren, die verschiedene Gewebesysteme im Innern eines Organes von einander trennen.

2. Entwicklung des Embryo.

Ich übergehe nun zum eigentlichen Gegenstande meiner Abhandlung.

Ich bekam noch im Vorjahre im hiesigen botanischen Institute vom Herrn Professor Dr. H. Leitgeb die Aufgabe, die Entwicklung irgend eines Farnembryo zu studiren, die morphologische Bedeutung seiner Urzellen für die ersten Organe zu bestimmen, sowie die Art und Weise dieser Differenzirung festzusetzen. Nach vielen, leider vergeblich gebliebenen Versuchen, dies an *Lomaria* oder *Gymnogramme* durchzuführen, wandte ich mich an *Asplenium Shepherdi* und kam zu diesen hier niedergelegten Resultaten. Für das Materiale, welches mir sogleich angewiesen wurde, für die wohlwollende Theilnahme und endlich für die ganze hieher einschlägige und mir zur Verfügung gestellte Literatur habe ich dem Herrn Professor öffentlich meinen innigsten Dank auszusprechen.

Die unmittelbare Folge der Befruchtung ist bekanntlich der Beginn der Weiterentwicklung der Eizelle, und überdies soll aber, selbst nach den jüngsten Angaben Bauke's,[1] auch in den

[1] Jahrb. f. w. Bot. Bd. X, pag. 89.

umliegenden, die Eizelle ringsumschliessenden Zellen des Prothalliumgewebes ein Vegetationsact angeregt werden, der einerseits zur Schliessung des Archegoniums und anderseits zur Bildung eines, den Embryo später lange noch umhüllenden Mantels führt, den man gewöhnlich mit Archegonium- oder Bauchhülle bezeichnet.

Für *Salvinia natans* lesen wir bei Pringsheim:[1] „Kurze Zeit, nachdem die Canalzelle sich entleert hat, beginnen die umgebenden Schlusszellen sich wieder nach innen auszudehnen, und hierdurch verengt sich — gleichgiltig, ob inzwischen die Befruchtung erfolgt ist oder nicht — der ursprünglich ziemlich weite Canal bis auf das geringe Lumen, welches er bei alten, geöffneten Archegonien zeigt."

Diese bei *Salvinia natans* von der Befruchtung unabhängige Schliessung des Archegoniums dürfte eine allgemeinere Erscheinung sein.

Ein nur zufällig erhaltenes Präparat (Fig. 13, Taf. II) zeigte mir, dass auch die Bildung der Bauchhülle schon vor der Befruchtung ihren Anfang nehmen kann, und die Abbildungen der ersten Tafel beweisen zur Genüge, dass der jeweilige Entwicklungsgrad des Embryo in keinem nothwendigen Wechselverhältniss zur Mächtigkeit der Archegoniumhülle steht.

Fig. 1, Taf. I besitzt schon eine zweischichtige Hülle. Das geöffnete Archegonium und der bisquitförmig gestaltete Inhalt der Eizelle würden eine vorausgegangene Befruchtung und Einleitung der ersten Zelltheilung vermuthen lassen; wohingegen der auf Fig. 4*a* und 4*b* gezeichnete Embryo schon vierzellig ist, seine Archegoniumhülle doch nur eine einzige Lage von Zellen aufweist. Vergleichen wir die Figuren 4, 5 und 6, Taf. I bezüglich der Archegoniumhüllen mit einander, so sehen wir, dass Fig. 6*a* mit ihrem zwölfzelligen Embryo von jener Fig. 4*a* hauptsächlich darin abzuweichen scheint, dass ihre Archegoniumhülle zahlreichere Radialtheilungen erfahren hat, welche den Raum, worin der grösser gewordene Embryo liegt, in der That auszudehnen geeignet sind. Ferner ist der Embryo auf Fig. 5, Taf. I nur achtzellig, aber seine Umhüllung ist, schon nach dem Augenmasse

[1] Jahrb. f. w. Bot. Bd. III, pag. 523.

beurtheilt, weiter fortentwickelt, als jene in Fig. 6 *a*, Taf. I, wo der Embryo weiter entwickelt erscheint.

Da wir oben (Fig. 13, Taf. II und Fig. 1, Taf. I) gesehen haben, dass die Tangentialwände vor und kurz nach der Befruchtung viel häufiger sind, als die, erst mit der fortschreitenden Entwicklung der Eizelle zunehmenden Radialwände, so könnten wir daraus einerseits auf die mehr unabhängige Schichtenvermehrung der Archegoniumhülle und anderseits auf die durch den wachsenden Embryo verursachte Auseinanderziehung derselben schliessen.

Die von der Befruchtung unabhängigen Wachsthumsvorgänge in der Archegoniumhülle können naturgemäss nicht ohne Einfluss auf den sich entwickelnden Embryo bleiben. Es scheint mir die Ansicht sehr wahrscheinlich zu sein, es sei jene unbestimmte Anzahl der Tagentialwände bei verschiedenen, gleich alte Embryonen bergenden Archegonien auf die frühere oder spätere Öffnung des Archegoniums, beziehungsweise auf die frühere oder spätere Befruchtung der Eizelle zurückzuführen.

Wir wollen bei dieser ebenso interessanten als schwierigen Frage nicht länger verweilen und begnügen uns heute nur damit, zu constatiren, dass die Entwicklung des Embryo nicht unabhängig von seiner Umhüllung vor sich gehen kann, dass zwischen dem Embryo und dem Archegonium ein, schon a priori leicht zu begreifendes Wechselverhältniss besteht, welches sehr variabel sein kann, und dass in Folge dessen verschiedene Embryonen nicht nur bei verschiedenen Pflanzengruppen, sondern selbst bei verschiedenen Individuen derselben Art an verschiedene Existenzbedingungen stossen, welche jedem Individuum für sich verschiedene Anpassungsmerkmale aufzudrücken geeignet sind.

Die Eizelle bekommt noch vor ihrer Theilung, übereinstimmend mit allen bisherigen Beobachtungen, eine eiförmige Gestalt (Fig. 1, Taf. I). Die Längsachse dieses Eies fällt mit jener des Prothalliums in der Mehrzahl der Fälle annähernd zusammen.

Die erste Wand scheint in den bei weitem meisten Fällen fast immer senkrecht auf der Längsachse der Eizelle zu stehen (Fig. 3, 4, 6, Taf. I) und fällt nach der bisherigen Ausdrucksweise wieder nur ungefähr in die Achse des Archegoniums, wobei aber, wie die Figuren 2, 3, 4, 5, 6, Taf. I zeigen, nicht unbedeutende

Schwankungen vorkommen. Doch muss betont werden, dass diese Abweichungen denn doch das Gemeinsame haben, dass bei allen von mir beobachteten Fällen der dem Archegoniumhalse zugewendete Rand dieser Theilungswand nach dem Scheitel des Prothalliums (und nie nach seinem Grunde) verrückt erscheint.

Über die morphologische Bedeutung dieser ersten Wand drückt sich Hanstein[1] für *Marsilia* folgendermassen aus: „Die Urzelle theilt sich in zwei in entgegengesetzter Richtung fortvegetirende Scheitelzellen, die Stamm- und Wurzelzelle. Verbindet man die Scheitelwölbung der Stammscheitelzelle mit der der Wurzelscheitelzelle, so hat man die etwas geneigte ideale Richtung der liegenden Hauptachse des Keimes, dessen Vegetationsgrundfläche die neutrale Hauptscheidewandebene ist."

Da dieser Satz vollinhaltlich auch für *Asplenium* gilt, begnügen wir uns mit dessen Anführung und fügen noch hinzu, dass es vielleicht entsprechender wäre, den Begriff „neutrale Hauptscheidewandebene" (Hanstein) mit Basalwand zu vertauschen, da die erste Wand nach Hanstein's eigener Erklärung die Bedeutung einer Vegetationsgrundfläche für die beiden in entgegengesetzter Richtung fortwachsenden Scheitelzellen besitzt.

Diese höchst wichtige, zuerst von Hanstein gefundene, aber später unbeachtet gebliebene Thatsache, dass die Eizelle durch die erste Wand in zwei neue Scheitelzellen, die eine für den Stamm, die andere für die Wurzel, zerfällt, ist fast die einzige allgemein verwerthbare Errungenschaft, die man bis heute in der Embryologie gemacht hat; ihre Analoga finden sich durch alle Pflanzenclassen hindurch erhalten und die Bedeutung der ersten Wand als Basalwand verschwindet auch dann nicht, wenn sie zur Achse des Archegoniumhalses eine andere oder jede beliebige Neigung erhält.

Für die Morphologie des Embryo haben die beiden so entstandenen Zellen folgende Bedeutung: Die Stammscheitelzelle erzeugt den Stamm und den ersten Wedel, die Wurzelscheitelzelle den Fuss und die erste Wurzel. Die Orientirung dieser beiden Zellen fand ich bei *Asplenium Shepherdi* mit Ausnahme geringer Schwankungen stets so, dass die Stammscheitelzelle,

---

[1] Pringheim's Jahrb. f. w. Bot. Bd. IV, pag. 231.

also auch die später aus ihr hervorgegangenen Organe dem vorderen, fortwachsenden Ende des Prothalliums zugekehrt waren, während die Wurzelscheitelzelle und ihre Gebilde gegen den Grund des Prothalliums hinsahen. Ich muss bei dieser Gelegenheit wieder an die schon oben citirte Abbildung von Hofmeister[1] erinnern, nach welcher auch der entgegengesetzte Fall eintreten kann und welcher darin besteht, dass die Wurzelscheitelzelle sammt den aus ihr hervorgegangenen Organen nicht gegen den Grund des Prothalliums, sondern vielmehr gegen dessen Spitze hinsieht. Wir sehen daraus, dass die Orientirung des Embryo zum Prothallium ebensowenig constant ist, wie jene zur Archegoniummündung.

Fortschreitende Entwicklungsstadien des Embryo zeigen uns, dass sich nun eine ganze Reihe von aufeinanderfolgenden Theilungsschritten auf die beiden durch die Basalwand gebildeten Urscheitelzellen vollkommen gleichmässig vertheilen.

Die zweite Wand liegt in der Längsachse des Prothalliums und steht meistens (Fig. 4*b*, Taf. I) auf seinen beiden Flächen senkrecht; durch ihre Verlängerung müsste dasselbe in eine rechte und linke Hälfte zerfallen;[2] diese Theilungswand würde nach dem bisher allgemein üblichen Sprachgebrauche als Quadrantenwand zu bezeichnen sein. Wie unten erwähnt werden soll, differenzirt bei anderen Farnen die gleich orientirte Wand erst die „Octanten", und wird daher von den betreffenden Forschern als Octantenwand bezeichnet. Wir hätten so für die gleich orientirte und morphologisch auch gleichwerthige Wand verschiedene Bezeichnungen. Diese Erwägungen bestimmen mich, diese Wand als Medianwand zu bezeichnen, wodurch eine in Bezug auf Altersfolge möglichst indifferente Benennung geschaffen werden soll.

Die dritte Wand geht wieder ähnlich wie die zweite durch beide Urscheitelzellen, steht aber auf der letzteren sowohl als auf der Basalwand senkrecht (Fig. 5, Taf. I). Der Embryo zeigt in diesem Stadium (Fig. 5) in allen Ansichten dasselbe Bild, ist achtzellig und nach Art von Kugeloctanten gespalten; es sollte

---

[1] Beiträge z. K. d. G. Bd. 2, Taf. III, Fig. 1.

[2] Ich fand die zweite Wand manchmal auch in der Längsachse des Prothalliums, aber zu dessen Flächen parallel gelagert.

daher diese Wand als Octantenwand bezeichnet werden. Sie entspricht der „Quadrantenwand" der früheren Autoren. Aus den schon oben angegebenen Gründen und um Missverständnisse zu vermeiden, soll sie in Zukunft als „Transversalwand" bezeichnet werden. Sie ist, wie die vorhergehende Medianwand, eine Längswand, welche annähernd parallel zu den Flächen des Prothalliums liegt, den Embryo in eine obere und untere Längshälfte theilt und in Gemeinschaft mit der Medianwand auf der Basalwand parallel geführten Schnitten das dieselben durchsetzende Kreuz bildet (Fig. 8*b*, Taf. II).

Die Differenzirung des Embryo der Gefässkryptogamen in kugelquadrantisch geordnete Zellen betonen alle Autoren.

Für die Farngruppe behauptet diesen Entwicklungsgang zuerst Hofmeister für eine Reihe von Gattungen und Arten, nachher Kny für *Ceratopteris thalictroides.*

Die beiden Autoren differiren aber hauptsächlich darin, dass nach Hofmeister die den Embryo in Quadranten theilende Wand den Flächen des Prothalliums annähernd parallel ist, nach Kny hingegen auf diesen senkrecht steht. (Pringsheim's *Salvinia natans* würde sich in der Lagerung der Kugelquadrantenzellen an die Auffassung Hofmeister's anschliessen lassen.)

Vergleichen wir nun die Untersuchungsmethode Hofmeister's und Pringsheim's einerseits und die von Kny anderseits mit jener von Hanstein, so sind diese abweichenden Resultate sehr leicht erklärlich.

Hofmeister und Pringsheim führen uns nämlich nur Seitenansichten von Embryonen vor, konnten daher unmöglich alle Wände der oberen und unteren Embryohälfte zur Anschauung bringen (für *Salvinia natans* gibt wohl Hofmeister[1] denselben Theilungstypus an, wie wir ihn bei *Asplenium* gefunden haben), Kny sah hingegen wohl die von den früheren Autoren vernachlässigten Wände, begnügte sich aber auch nur damit und zeichnete keine Seitenansichten.

Wir dürften daher sowohl bei allen bis jetzt studirten, als auch den übrigen Farnengattungen die erste Differenzirung des Embryo in kugeloctantisch gruppirte Zellen als Regel, wenn nicht Gesetz, ansehen.

---

[1] Beiträge z. K. d. G. Bd. 2, pag. 668.

Die Ansicht Bauke's,[1] welcher behauptet, dass die ersten Zellen des Embryo bei *Cyathea medullaris* in mehreren Fällen nach Art der Ecken eines Tetraëders angeordnet gewesen wären, dürfte wohl nur auf eine durch ungünstige Stellung des Embryo unter dem Mikroskope bewirkte Täuschung zurückzuführen sein, was um so eher wahrscheinlich ist, als der Verfasser selbst erwähnt, dass er auf die Entwicklung des Embryo kein besonderes Augenmerk richtete.

Kienitz-Gerloff[2] gibt ferner an, dass nach Anlage der vier Quadrantenzellen in den Embryonen der Farne „dieselben trotz ihres späteren so verschiedenen Verhaltens anfänglich eine weitgehende Gleichmässigkeit in der Entwicklung zeigen. Eine Divergenz tritt erst nach der dritten oder vierten Zelltheilung ein". Wir wollen die Richtigkeit des gegenseitigen Verlaufes dieser Wände, welcher auch noch angegeben wird, im Folgenden bestätigen:

Durch den Zerfall des zweizelligen Embryo in acht nach Art von Kugeloctanten situirte Zellen hat sich sowohl die ursprüngliche Stamm- als Wurzelhälfte in vier nebeneinander liegende Cylinderquadrantenzellen getheilt.

Die Weiterentwicklung übernimmt nun der Scheitelzellencomplex der Wurzel, indem sich sämmtliche vier Zellen gleichmässig durch Wände theilen, welche zur Basalwand annähernd parallel verlaufen (Fig. 6 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*; Taf. I, Fig. 9, Taf. II). An der Oberfläche setzen sich diese Wände in einer Entfernung hinter der Basalwand und parallel zu deren Peripherie an, neigen sich aber in ihrem weiteren Verlaufe etwas gegen den Mittelpunkt derselben (Fig. 9, Taf. II) und schneiden auf diese Weise vier hintere und vier zwischen diesen und der Basalwand liegende Zellen ab.

Die Oberfläche der achtzelligen Wurzelhälfte der Embryo erscheint so in zwei Stücke getheilt, die sich gerade so verhalten, wie eine Zone zu ihrer Calotte, und es sondert sich diese Hälfte in zwei Zellengruppen, von denen die an die Basalwand anstossende annähernd die Form einer Cylinderscheibe, die den Embryo

[1] Jahrb. f. w. Bot. Bd. X, pag. 94.

[2] Bot. Zeitung Nr. 45, 1876, pag. 709.

nach rückwärts abschliessende beiläufig die Form einer Kugelmütze hat.

Über das gegenseitige Alter dieser vier Wände kann ich nichts Bestimmtes angeben, weil selbst zwölfzellige Embryonen nicht besonders häufig zu finden sind. Es scheint, als ob alle so ziemlich gleichzeitig entstünden, doch könnte man nach den verschiedenen Ansichten des in Fig. 6, Taf. I, gezeichneten Embryo den Vorgang auch so deuten, dass in den beiden oberen Cylinderquadrantenzellen gleichzeitig und früher die Wände auftreten, als in den zwei unteren. Man sieht nämlich jene Wände in der unteren Embryohälfte auf Seitenansichten (Fig. 6 *a*, *d*, Taf. I) näher an die Basalwand gerückt, als in der oberen, während sie sowohl in der Ansicht von oben (Fig. 6 *c*) als jener von unten (Fig. 6 *e*) auf gleicher Höhe zusammenstossen.

Im ersten Falle hätten die Octantenzellen ihre absolute Selbständigkeit, im zweiten hätten sich schon je zwei Octantenzellen, welche zusammen einen Kugelquadrantenraum einnehmen, zum gemeinsamen Theilungsmodus vereinigt. Das Endresultat bleibt in beiden Fällen seinem Wesen nach gleich, weil sowohl hier wie dort eine Cylinderscheibe von einem die Kugelmütze zur Basis habenden Körper abgegrenzt wird.

Wir sehen nun, dass die Längsachse des eiförmigen zweizelligen Embryo zugleich die Richtung des lebhaftesten Wachsthums ist, wir wollen sie, weil sie auch senkrecht zur Basalwand steht, entsprechend der Bezeichnung früherer Autoren als Hauptachse des Embryo bezeichnen und jeden Schnitt, der senkrecht zu ihr und parallel zur Basalwand geführt wird, Querschnitt des Embryo nennen.

Die vierzellige zum Stammscheitel zusammenstossende Zellengruppe erfährt zunächst ganz analoge Theilungen wie die Wurzelhälfte des Embryo (Fig. 8 *a*, *c*, *d*, Taf. II).

Es gelang mir nicht, ein Präparat zu finden, in welchem die Stammhälfte des Embryo, ähnlich wie die Wurzelhälfte, nur aus acht Zellen bestanden wäre. Sobald aber Tangentialwände dazutreten, muss man sich wohl sehr vor Täuschungen hüten, die bei etwas ungenauer Stellung der Embryonen, welche in diesem Stadium wieder fast kugelrund sind oder bei einer auch nur im geringen Grade e t w a s ungleichen Entwicklung je zweier

Längshälften leicht begreiflich sind und darin bestehen, dass man bei der Kleinheit der Objecte zwei ungleich alte Wandstücke zu einem einzigen Theilungsschritte gehörig ansehen kann. Solche Trugbilder (Fig. 7 *b*, Taf. II) wären geeignet, sich ganz andere Vorstellungen über die Wachsthumsvorgänge des Embryo zu bilden.

Es wird sich der Übersichtlichkeit halber empfehlen, die Differenzirung in diesem Entwicklungsstadium noch einmal zusammenzufassen:

Der Embryo, welcher die Form einer Kugel oder eines mehr weniger gestreckten Eies besitzt, gliedert sich in der Richtung seiner Längsachse in vier je vierzellige Stockwerke, nämlich ein vorderes, ein hinteres und zwei dazwischen liegende. Die Form der ursprünglichen Scheitelzellengruppen ist gleich geblieben, sie haben nur in Folge des Längenwachsthums beiderseits an die Basalwand sich anschliessende Cylinderscheiben abgegliedert, von denen die eine zum Stamme, die andere zur Wurzel gehört. Wir wollen diesen beiden Segmentscheiben, einerseits schon wegen der deutlicheren Ausdrucksweise und anderseits auch wegen ihrer hohen morphologischen Bedeutung, welche uns besonders bei vergleichend-embryologischen Betrachtungen sehr klar entgegen treten wird, eigene Namen geben und jene, der Stammhälfte angehörige als epibasales, die andere als hypobasales Glied bezeichnen.

Die Nothwendigkeit dieser Begriffsaufstellung sah schon Hanstein ein und schlug hiefür die Bezeichnung „para- und hypocotyles Glied" vor, welche Ausdrücke zwar sehr gut, aber nicht allgemein brauchbar zu nennen sind.

Die weiteren Theilungen dieser beiden Glieder stimmen vollkommen mit den Segmenttheilungen der Leber- oder Laubmooskapsel, sowie mit denen gleichwerthiger Glieder bei *Marsilia* oder *Selaginella* und theilweise auch mit den Theilungen der Stammsegmente von *Salvinia* überein. Es wird aus jeder das Glied zusammensetzenden Cylinderquadrantenzelle durch zwei Theilungsschnitte eine Innenzelle von zwei Aussenzellen abgeschnitten (Fig. 8 *b*, Taf. II), und da sich dieser Theilungsact in jeder der vier, die beiden Scheiben zusammensetzenden Zellen wiederholt, wird ein aus acht inneren Zellen bestehendes vier-

seitiges Prisma von einem äusseren Complex von Zellen, deren Anzahl sich jedoch, mannigfaltiger Variationen wegen, nicht leicht bestimmen lässt, abgegrenzt.

Im Querschnitte erscheint jenes Prisma als Quadrat, dem Grundquadrate in Querschnitten von Moossporogonien vergleichbar, welches wir auch hier als Grundquadrat bezeichnen wollen, um den Gegensatz der, diesen beiden Zellengruppen später entstammenden Gewebesysteme hervorzuheben; die Innenzellen liefern das Stranggewebe, die Aussenzellen werden zur Rinde.

Wir haben gesehen, dass sich bisher sämmtliche, das Längenwachsthum des Embryo besorgende Zellen der Scheitelregionen gleichmässig an diesem betheiligten. Der Embryo gleicht in diesem Stadium der Entwicklung diesbezüglich noch vollkommen jenem von *Preissia commutata*[1] (Fig. 16, 17, Taf. III) und theilweise auch jenem von *Pellia epiphylla*[2] (Fig. 15, Taf. III).

Von nun an tritt aber eine Wachsthumsdivergenz in den einzelnen Zellen der Scheitelregionen ein, welche zur Anlage der ersten Organe führt.

Vor Allem beobachten wir in den beiden hinteren und oberen Cylinderquadrantenzellen eine lebhafte Theilung ihrer Aussenzellen nach allen drei Richtungen des Raumes (Fig. 8 *a*, 10 *a*, *b*, Taf. II).

Diese Theilungen, die ich nicht genauer studirte, führen zur Bildung des Fusses, woran sich die obere Hälfte der Wurzelscheitelzellengruppe und zugleich die obere Hälfte des hypobasalen Gliedes betheiligen.

Bei *Marsilia* (Fig. 21 *a*, Taf. III) wächst nach Hanstein auch die eine Hälfte des epibasalen Gliedes aus und vermehrt die Zellen des Fusses. Ob dies auch bei *Asplenium* vorkommt, kann ich nicht mit Sicherheit angeben, weil an jungen Embryonen, die den Verlauf der ersten Wände noch deutlich zeigen (Fig. 11, Taf. II), die Hauptmasse des Fusses immer von der hypobasalen Hälfte gebildet wird und an älteren (Fig. 14 *a*, Taf. III) in Folge

---

[1] Kienitz-Gerloff's Bot. Zeitung, 1875, Nr. 48.

[2] Kienitz-Gerloff's Bot. Zeitung, 1874, Nr. 11.

der eingetretenen Gewebestreckung die ursprüngliche Basalwand nicht mehr gefunden werden kann.

In jedem Falle ist also die Anlage des Fusses in der durch die Basalwand abgeschiedenen oberen Wurzelhälfte des Embryo zu suchen, doch könnte sich bei der Weiterbildung desselben auch das Gewebe des epibasalen Gliedes (also Partien der Stammhälfte des Embryo) betheiligen.

Ungefähr zu gleicher Zeit oder ein wenig später beginnt die Anlage des ersten Wedels. Er ist immer ein Gebilde der durch die Basalwand abgeschnittenen vorderen, also Stammhälfte des Embryo, und zwar sind es stets die beiden unteren (in Bezug auf die normale Lage des Prothalliums) Zellen der Stammscheitelgruppe, welche dasselbe produciren.

Die diesbezügliche Differenzirung wird dadurch eingeleitet, dass in den beiden eben bezeichneten Zellen je eine zur Medianwand annähernd parallele Theilungswand auftritt, welche sich an die vordere Fläche des epibasalen Gliedes ansetzt (Fig. 9, 10 *d*, Taf. II), nach oben bis zur Transversalwand verläuft (Fig. 10 *c*) und so die zwei Urzellen des Wedels in vier neben einander liegende Zellen spaltet.

Diese ersten beiden Blattwände lassen sich an selbst älteren Querschnitten durch den Stiel des ersten Wedels leicht als zusammenhängende, von der Medianwand nach beiden Seiten etwas divergirende, gebrochene Linien erkennen (Fig. 12, Taf. II).

Wir sehen, dass der erste Wedel schon von Anfang an das Bestreben zur seitlichen Gliederung besitzt, in Folge des Breitenwachsthums angelegt wird und diesbezüglich mit *Marsilia* und *Selaginella* völlig übereinstimmt.

Den Beginn des Längenwachsthums wollen wir gleichzeitig mit der Anlage des Stammscheitels betrachten.

An den beiden früher oben als Vegetationspunkte bezeichneten Embryoenden ist bereits die halbe Anzahl der hier befindlichen Zellen in der Bildung des Fusses und ersten Wedels aufgegangen. Es bleiben uns nur noch am hinteren Ende die beiden unteren, am vorderen Ende die beiden oberen Zellen unbestimmt. Ich sage gleich, dass eine der ersteren die Urscheitelzelle der ersten Wurzel, die beiden letzteren (respective eine derselben)

aus sich, auf eine mir unbekannt gebliebene Weise den Stammscheitel für das junge Pflänzchen produciren.

Die Zeit der Constituirung der ersten Wurzelscheitelzelle sowie das relative Alter aller Organe zu einander ist schwankend. In Fig. 10*a*, Taf. II, hat die Wurzelscheitelzelle schon ihre erste Kappenzelle abgeschieden, der erste Wedel besteht zu dieser Zeit aus einigen wenigen Zellen, wo hingegen in Fig. 11, Taf. II, der Wedel bereits im Längenwachsthume bedeutend vorgeschritten ist und die grosse Wurzelscheitelzelle noch immer kappenlos dasteht.

Anfänglich erfahren die beiden unteren Zellen des hypobasalen Vegetationsscheitels des Embryo gleichmässige Theilungen. Es setzt sich in beiden eine zur Transversalwand beiläufig parallele, von unten nach oben schief geneigte Wand so an die hintere Fläche des hypobasalen Gliedes an, dass sie zwei noch ganz ähnliche tetraedrische Zellen abschneidet (Fig. 10*a*, *b*, *d*, *e*, Taf. II), von denen die eine die Natur von oberflächlich gelegenen Aussenzellen beibehält, die andere hingegen bedeutend zu wachsen und sich nach drei Seiten unter gleichzeitiger Abscheidung von Kappenzellen zu theilen beginnt und so zur Urscheitelzelle der ersten Wurzel wird.

Marsilia stimmt in der Constituirung der Scheitelzelle der ersten Wurzel nicht mit unserer Art überein. Sie lässt nämlich aus dem ganzen Wurzelquadranten mit Überspringung einer eigentlichen Octantenzellenbildung und ohne vorherige Abscheidung des hypobasalen Gliedes (Fig. 21*b*, Taf. III) unmittelbar die Wurzelscheitelzelle entstehen. Der wesentliche diesbezügliche Unterschied besteht also darin, dass *Marsilia* gleich durch die ersten drei unmittelbar aufeinanderfolgenden Theilungsschritte schon das erreicht, was bei *Asplenium* erst ein späterer Theilungs- und Differenzirungsact zu Stande bringt.

Es erübrigt uns nur noch die Entstehung des Stammhöckers der jungen Pflanze auf seine embryonalen Urzellen zurückzuführen.

Ich sagte schon oben, dass es die beiden oberen Zellen der embryonalen Stammscheitelgruppe sind, welche die Bestimmung haben, zum späteren Stamme des Pflänzchens auszuwachsen. Es tritt in ihnen, ähnlich wie dies bei der Wurzel der Fall war, je

eine gleich orientirte, zur Transversalwand parallel verlaufende, nur von oben vorn nach unten hinten schief auf die vordere Fläche des epibasalen Gliedes gerichtete und an diese sich ansetzende Wand auf (Fig. 11, Taf. II), welche zwei ähnliche tetraedrische Zellen, wie hinten bei der Entstehung der Wurzel liefert (Fig. 10*c*, Taf. II). Es liegen diese beiden Zellen zwischen dem epibasalen Gliede und dem eben abgeschnittenen auf der Transversalwand ruhenden Zellenpaare (Fig. 11, Taf. II). Über ihre Weiterentwicklung konnte ich leider nicht ins Reine kommen, nur so viel steht unstreitig fest, dass der definitive Stamm der Pflanze auf die Nachkommenschaft dieses Zellenpaares zu beziehen ist; ob aber beide Zellen mit gleichem Antheile in die Stammanlage (die in diesem Stadium schon deutlich als Höcker hervortritt) aufgenommen werden oder nur die eine von ihnen wie beim Wurzelpaar zu einer dreiseitigen Stammscheitelzelle sich qualificirt, blieb unentschieden. Alle Bemühungen, diesen höchst schwierig zu entscheidenden Punkt zu beleuchten, ergaben nur zwei, scheinbar sich widersprechende Abbildungen der Stammscheitelregion. Fig. 26, Taf. III, zeigt eine Zellenconstellation, welche die Existenz einer dreiseitigen Scheitelzelle nicht ausschliessen würde, während wieder Fig. 25, Taf. III, zur Annahme berechtiget, dass der Scheitel aus mehreren, denselben einnehmenden Zellen gebildet wird. Die Seitenansichten des Stammhöckers sind möglichst genau gezeichnet, und dürften sich sowohl der einen, wie der anderen Möglichkeit anpassen lassen.

Ich habe noch den Beginn des Längenwachsthumes des ersten Wedels nachzutragen.

Die vier neben einander geordneten Zellen, auf welchem Stadium wir oben den Wedel gelassen haben, bekommen Theilungswände, welche parallel zur Transversalwand gerichtet sind und von vorn oben nach unten ein wenig schief geneigt die vordere und untere Fläche des epibasalen Gliedes erreichen (Fig. 10*b*, 11, Taf. II). Durch, zu diesem Wandcomplexe entgegengesetzt geneigte Wände, wird ein Wachsthumsvorgang eingeschlagen, welcher in der Seitenansicht (Fig. 11, Taf. II) jenem durch eine zweischneidige Scheitelzelle ganz ähnlich aussieht, sich aber von diesem dadurch unterscheidet, dass abwech-

selnd mit den nach vorn und hinten gerichteten Wänden auch solche auftreten, die zur Medianwand parallel sind und so das Marginalwachsthum besorgen; ein Wachsthumsprocess, der bei *Selaginella* und andeutungsweise auch bei *Marsilia* wieder zu finden ist.

Werfen wir noch einen Rückblick auf die Thätigkeit der embryonalen Stammscheitelzellengruppe, so sehen wir, dass sich anfänglich noch alle vier Zellen gleichmässig an der Verlängerung der primären Achse des Embryo betheiligen, indem sie durch, der Basalwand parallele Wände das epibasale Glied bilden, und dass j e t z t e r s t eine Differenzirung in der Weise eintritt, dass nur noch zwei und zwei einem gemeinsamen Wachsthumstypus folgen, der zur Bildung des ersten Wedels und des Stammes führt.

Diese Differenzirung wird dadurch eingeleitet, dass jedes Zellenpaar für sich durch, zur Transversalwand annähernd parallele, unter sich nach entgegengesetzten Richtungen etwas schief geneigte und dann an die vordere Fläche des epibasalen Gliedes sich ansetzende Wände getheilt wird (Fig. 11, Taf. II). Durch, auf diese entgegengesetzt geneigte Wände schlägt der erste Wedel eine Wachsthumsrichtung nach vorn und unten, die Stammregion hingegen eine nach vorn und oben ein. Es hat sich somit an der Spitze der primären Embryoachse eine Verzweigung vollzogen, die (wenn wir nur die Theilung berücksichtigen) wir nach unseren jetzigen morphologischen Begriffen mit der Dichotomie am meisten verwandt finden, bei welcher die Dichotomirungsebene (Transversalwand) schon sehr frühe angelegt wurde.

Da der erste Wedel viel schneller wächst als der Stamm, so wird letzterer sehr bedeutend nach oben gedrückt, und da später noch eine sehr starke Streckung des gemeinsamen Podiums eintritt, so bekommt es (Fig. 14 *a*, Taf. III) den Anschein, als wäre der Stammhöcker ein secundäres Gebilde des ersten Wedels. Am Verlaufe des Gefässbündels (Fig. 14*a*, Taf. III) ist aber ganz deutlich wieder die Gabelung des letzteren (die auf die frühe Anlage des Stammes hinweist) zu beobachten.

Der Embryo ist ungefähr in dem Stadium, bis zu welchem wir ihn bisher verfolgten, schon so voluminös, dass seine

Umhüllung nahe steht, gesprengt zu werden. Die Art und Weise dieser Befreiung ist sehr verschieden. Bald ist es der Wedel bald die Wurzel, welche durch ihr energischeres Wachsthum die Archegoniumhülle auseinander zerren, bald kommt der Embryo mit einer schon deutlich entwickelten Stammknospe ans Tageslicht, bald ist jene kaum als eine nur wenig über die Oberfläche emporragende Erhebung sichtbar, und interessanterweise besteht sie im ersten Falle aus grosszelligem und viel dünnwandigerem Gewebe als im letzteren.

Das Studium des Stammscheitels stosst jetzt auf bedeutende Schwierigkeiten. Einerseits überdecken denselben die den Farnen eigenthümlichen Haare. Man muss sie einzelnweise unter dem Präparirmikroskope entfernen, wodurch man sehr leicht den Scheitel selbst verletzt, andererseits ist in noch jüngeren Stadien das umliegende Gewebe in Folge der Streckung so ausgezogen, dass man die Zusammengehörigkeit der Zellen nicht ermitteln kann, und bei etwas älteren Pflänzchen verdeckt wieder jedes jüngste Blatt den Scheitel der Art (Fig. 14*a*, *b c*, Taf. III), dass man, um zur Oberflächenansicht zu gelangen wieder an die Abtragung dieses Hindernisses zu denken hat. Ich kann daher nur noch einige wenige Punkte, zu denen ich durch Beobachtung von Seitenansichten gekommen bin, anführen.

Nachdem der erste Wedel seinen Stiel etwas gestreckt hat, beginnt die stärkere Erhebung des Stammhöckers (Fig. 14*a*, *b*, Taf. III). Aus diesem tritt bald seine erste Seitensprossung, die zur Bildung des zweiten Wedels führt, hervor (Fig. 14*a*, *b*, *c*, Taf. III). Er steht nicht mehr genau in der früheren Mediane (Fig. 14 *a*, *b*, Taf. III), wie dies bei *Selaginella* der Fall ist (Fig. 23, 24, Taf. III), spreitzt sich auch nicht senkrecht zu ihr ab, wie bei *Marsilia* (Fig. 22, Taf. III), und zeigt vielmehr eine von 90° bedeutend verschiedene, fast den Werth von 180° erreichende Divergenz (Fig. 14 *b*, Taf. III). Seine Anfangszelle konnte ich nicht mit Sicherheit bestimmen.

Nach der Anlage des zweiten Wedels wird nahe von dessen Mediane (Fig. 14 *b*, *c*, Taf. III), aus einer Innenzelle (Fig. 14 *c*, *d*, Taf. III) die Scheitelzelle der zweiten Wurzel, welche in ihrer Form und Theilungsweise jener der ersten Wurzel entspricht, angelegt.

Weiter reichen meine Studien an *Asplenium Shepherdi* nicht.

Ich fasse nun im Folgenden die wesentlichsten Resultate, zu denen ich bei Untersuchung der Embryoentwicklung von *Asplenium Shepherdi* gekommen bin, noch einmal übersichtlich zusammen:

1. Die erste Theilungswand in der Embryonalzelle theilt dieselbe in eine (in Bezug auf das Prothallium) vordere und eine hintere Hälfte, die nach entgegengesetzten Richtungen auswachsen; jene kann als die Stamm- oder epibasale, diese als die Wurzel- oder hypobasale Hälfte, und die diese beiden trennende Wand als „Basalwand" bezeichnet werden.

2. Die Basalwand liegt öfters in der Archegoniumachse tritt aber ebenso häufig aus dieser heraus; doch immer so, dass ihr nach dem Archegonhalse gerichteter Rand nach der Spitze des Prothalliums (nie nach dessen Grunde hin) ausweicht.

3. Jede der beiden Embryohälften wird durch zwei aufeinander und auf der Basalwand senkrecht stehende Wände in vier, nach Art von Kugeloctanten gelagerte Zellen getheilt, welche als Scheitelzellenapparate für den Stamm-, respective für den Wurzeltheil aufzufassen sind.

4. Von diesen beiden Wänden ist die die Embryohälften in rechts und links liegende Quadranten theilende, also in die Archegoniumachse fallende Wand in der Regel die frühere; die der Archegoniumachse mehr weniger senkrecht aufgesetzte, also annähernd in der Fläche des Prothalliums gelegene, die spätere; jene (also die Quadrantenwand) soll als „Medianwand", diese (die Octantenwand) kann als „Transversalwand" bezeichnet werden.[1]

5. Für die spätere Differenzirung der beiden Embryohälften in Organe verschiedener morphologischer Werthigkeit ist nur die Transversalwand in so weit von Bedeutung, als durch sie in der

[1] Die bis jetzt für diese Wände gebrauchten Ausdrücke „Quadranten- und Octantenwand" sind zur Bezeichnung der ersten Theilungen am Embryo nicht gut brauchbar, da wie oben sub 4 hervorgehoben wurde, die am Embryo von *Asplenium Shepherdi* als Quadrantenwand auftretende, bei anderen Gefässkryptogamen z. B. *Marsilia* erst als Octantenwand erscheint, und es doch zweckmässig ist, dieselben Theilungen ohne Rücksicht auf ihr gegenseitiges Alter mit dem gleichen Namen zu belegen.

vorderen (epibasalen) Hälfte die stamm- von den blattbildenden Octanten, in der hinteren (hypobasalen) die fuss- von der wurzelbildenden differenzirt werden.

6. Vor dieser Differenzirung gliedert sowohl der Wurzel- wie Stammscheitelapparat eine an die Basalwand beiderseits sich anlegende Segmentscheibe, das „hypo- und epibasale Glied" ab.

7. Darauf tritt eine Wachsthumsdivergenz in jedem durch die Transversalwand getrennten Zellenpaare der beiden Scheitelapparate ein, welche in der Stammhälfte zur Anlage des Stammes und des ersten Wedels in der Wurzelhälfte zur Bildung des Fusses und der ersten Wurzel führt.

8. Das unter der Transversalwand gelegene (dem Archegoniumhalse zugekehrte) Zellenpaar tritt in gleichem Masse in die Bildung des ersten Wedels ein, der also seiner Anlage nach nicht auf eine Zelle zurückgeführt werden kann. In welcher Weise sich aus dem oberen, dem Archegoniumhalse abgekehrten Zellenpaare der Stammscheitel ausbildet, bleibt ungewiss.

9. In der hintern (hypobasalen) Embryohälfte trennt die Transversalwand den dem Archegoniumhalse abgewendeten zur Bildung des Fusses bestimmten (aus vier Zellen zusammengesetzten) Quadranten von dem zugewendeten. Im letzteren wird eine Zelle des der Transversalwand anliegenden Zellenpaares zur Mutterzelle der Wurzel.

10. Die den Embryo (als zweiter oder dritter Theilungsschritt) durchsetzende „Medianwand" ist also wohl die Mediane für den ersten Wedel und den Fuss, während die erste Wurzel (und wahrscheinlich auch der Stammscheitel) seitlich von derselben angelegt werden.

3. Vergleichend-embryologische Betrachtungen.

Die eben geschilderte Entwicklungsgeschichte überzeugte uns, dass der Differenzirungsmodus des Embryo von *Asplenium Shepherdi* nicht für sich isolirt dasteht. Wir fanden ihn mit jenem von *Marsilia* fast in allen wesentlichen Punkten völlig übereinstimmend, und kamen selbst auf Merkmale, die auch an *Selaginella* wiederkehren, ferner auch solche, die allen diesen, sehr

verschiedenen Pflanzengruppen angehörigen Gattungen gemeinsam sind.

Diese Thatsachen brachten in mir den Entschluss zur Reife sämmtliche bisher gemachte embryologische Untersuchungen durchzustudiren, um zu Principien zu gelangen, nach welchen man Embryonen verschiedener Pflanzengruppen vergleichenden Betrachtungen unterziehen könnte.

Man machte bisher auf diesem Gebiete schon einige Versuche. Vor Allem verdient der Vortrag Kienitz-Gerloff's in der Hamburger Naturforscher-Versammlung (Bot. Zeitg. 1876, Nr. 45) erwähnt zu werden.

Aus diesem Vortrage entnehmen wir, dass die Theilungen in den Embryonen der Polypodiaceen (nach des Vortragenden eigener Untersuchung), Marchantiaceen und *Riccia* „fast genau in derselben Reihenfolge und Richtung" erfolgen. „Ganz ähnlich verhält es sich nun bei den übrigen in ihrer Entwicklung bekannten Embryonen von Farnen, z. B. *Ceratopteris*, ganz ähnlich ferner bei *Salvinia*, *Marsilia* und *Pilularia*. Auf der anderen Seite zeigen die Jungermannieen und *Selaginella*, von denen ich leider nur über die ersteren eigene Untersuchungen habe anstellen können, weitgehende Übereinstimmung im Aufbau ihrer Embryonen. Die Theilungen im Embryo von *Selaginella* zeigen sowohl im Längs- wie Querschnitt die frappanteste Ähnlichkeit mit denen in der jungen Fruchtanlage von *Pellia*, eine Ähnlichkeit, die erst schwindet, wenn sich bei ersterer Pflanze die zwei und später vierseitige, nur kurze Zeit thätige Scheitelzelle hervorbildet. Ebenso sind die Theilungen der Fruchtanlage anderer Jungermannieen, z. B. *Frullania*, denen im Embryo von Phanerogamen, worunter ich namentlich *Alisma* hervorhebe, fast ganz analog: es entspricht nämlich bei den Jungermannieen die Entwicklung der Seta genau derjenigen des Embryoträgers von *Selaginella* und den Phanerogamen, die Bildung der vier Octanten am Scheitel ist beiden gemeinsam, ebenso die Theilungen auf dem Querschnitte."

Als Princip zur Zusammenstellung später so divergenter Formen, wie z. B. *Frullania* und *Alisma*, oder Jungermannieen und *Selaginella* dienten dem Vortragenden zwei Umstände: „das ist

erstens die Lage der ersten Scheidewand in der Eizelle, zweitens das Vorhandensein oder Fehlen einer Scheitelzelle im Embryo".

Es wird im Vortrage ausdrücklich bemerkt, dass sich dem Vergleiche der Embryonen aus den genannten Gewächsgruppen mehrere Schwierigkeiten entgegenstellen. „Vor Allem die verschiedene Orientirung des Embryo. Bei den Jungermannieen entsteht, wie gesagt, aus der oberen der Archegoniummündung zugekehrten Hälfte der Keimzelle die Kapsel, bei *Selaginella* und den Phanerogamen der Embryoträger (und die Wurzel?), Organe, die nicht die mindeste Gemeinschaft mit einander haben."

Um nun diesen Schwierigkeiten vorzubeugen, glaubt der Vortragende eine Hypothese aufstellen zu müssen, welche „die Übereinstimmung im Bau der Embryonen von Lebermoosen auf der einen, Farnen und Hydropterideen auf der anderen Seite durchaus ungezwungen" erklärt, und welche darin besteht, dass sämmtlichen Embryonen, bei denen die erste Wand nicht in die zur Archegoniumachse senkrechte Ebene fällt, eine Drehung im Archegonium um einen bestimmten, freilich nicht bei allen Gruppen gleichen Winkel zugemuthet werden müsse.

Wir wissen wohl, dass die Stellung der Archegonien zur Geschlechtsgeneration, als auch die Stellung der letzteren zum Horizonte, bei verschiedenen Gruppen ausserordentlich verschieden ist. Das Streben der Archegonien aus der Seitenstellung in die Spitzenstellung zu gelangen, was in der auf einanderfolgenden Formenreihe der frondosen durch die foliosen Lebermoose zu den Laubmoosen durchgeführt erscheint, ist allbekannt und kann dem vergleichenden Blicke nicht entgehen wo hingegen auf der anderen Seite über eine unvermittelte (d. h von der jeweiligen Orientirung der Geschlechtsgeneration un der Archegoniummündung zum Horizonte absolut unabhängige) Drehung der Eizelle im Archegonium meines Wissens bis heute noch nicht die leiseste Vermuthung ausgesprochen wurde. Es wäre also meiner Ansicht nach zeitgemässer, den Embryo zu fixiren und das Archegonium um ihn herum drehen zu lassen, welche Idee übrigens Kienitz-Gerloff bei der Aufstellung seiner Hypothese auch vorgeschwebt haben mag.

Bei vergleichend embryologischen Studien ist die Stellung des Archegoniums zum Embryo, weil ja, wie wir oben gesehen

haben, die Orientirung dieses zum Archegonium sehr variabel ist, wohl nur ein nebensächliches, nur äusseres und höchst gering zu schätzendes Merkmal.

Was anderes wäre es, wenn wir wüssten, dass die Archegoniummündung eine derartige Beeinflussung zur Differenzirung der Eizelle besitze, dass sich ihre Hälfte, welche dort die Wurzel bildet und der Archegoniummündung zugekehrt ist, in jedem anderen Falle wieder zur Wurzel entwickelt, möge sonst die Archegoniumachse in dieser oder jener Stellung zur Geschlechtsgeneration, respective zum Horizonte sich befinden. Und gerade dieser einzig verwerthbare Fall trifft ja in der Natur nicht zusammen. Die Stellung des Archegoniums vermag im Embryo der Equisetaceen seine, der Mündung desselben zugekehrte Hälfte gar nicht zur Wurzel umzubilden, sondern sie wird zum Stamme.

Es muss daher die Ursache der Differenzirung der beiden durch die Basalwand geschiedenen Embryohälften ganz wo anders liegen, was Kienitz-Gerloff auch richtig erkannte.

Bei vergleichend-embryologischem Studium kann aber die Frage nach jener Ursache füglich ganz fallen gelassen werden und man kann dieses mit gutem Erfolge auch nur mit Hilfe der Hanstein'schen morphologischen Werthbestimmung der Basalwand fortsetzen, nur muss man, wie schon oben bemerkt, ohne alle andere Rücksicht die Basalwände sämmtlicher zu vergleichenden Embryonen der Anschaulichkeit halber parallel aufstellen. Mögen dann die Embryonen selber vertical stehen oder horizontal liegen, immer müssen die morphologisch gleichwerthigen Hälften der Eizelle unter sich gleich gerichtet sein. Die gleichwerthigen Richtungen können natürlich erst nach der übereinstimmenden Differenzirung je einer Hälfte bestimmt werden, und weil wir wissen, dass dies schon nach einigen wenigen Theilungen zu Tage tritt, wird uns die Möglichkeit geboten, selbst wenigzellige Embryonen ganz bestimmt zu orientiren.

Dadurch werden aber die Leistungen Kienitz-Gerloff's nicht unterschätzt; im Gegentheile muss man den Resultaten, zu denen der genannte Forscher kam, eine fundamentale Wichtigkeit zuschreiben.

Ich will im Folgenden die wesentlichsten Punkte, die für uns als Basis dienen werden, aus jenem Vortrage recitiren: „Es würde (unter der Voraussetzung jener Hypothese) die erste Wand in der Eizelle der Lebermoose, welche rechtwinkelig zur Archegoniumachse, also wagrecht liegt, der ersten fast lothrecht liegenden Wand im Embryo der Farnkräuter entsprechen und wir müssten zum Zwecke der Vergleichung uns die Embryonen der Marchantiäen um etwa 90° gedreht denken. Es würde dann einer der kapselbildenden Quadranten und zwar bei Berücksichtigung der Neigung der Wände stets der grössere dem blattbildenden, der andere dem stammerzeugenden der Polypodiaceen entsprechen, während die beiden dem Archegoniumhalse abgewandten, aus welchen bei den Moosen der Fuss hervorgeht, mit den beiden hinteren des Farnembryo, aus welchen bei allen übrigen Wurzel und Fuss bei *Salvinia* gleichfalls nur der Fuss entsteht, zu vergleichen wäre. Es würde ferner ein Querschnitt des Moosembryo einem Schnitt desjenigen der Farnkräuter senkrecht zur Prothalliumachse entsprechen."

In Folge der Gleichstellung aller, aus der, durch die Basalwand abgeschiedenen hypobasalen Hälfte der Eizelle ausgewachsenen Gebilde, kommt man zur Aneinanderreihung folgender Organe: Die ganze, noch Sporen bildende und der epibasalen noch vollkommen gleichende hypobasale Hälfte von *Riccia glauca* entspricht der zum Saugorgan umgewandelten, nicht mehr Sporen bildenden und Fuss genannten gleichnamigen Hälfte der Lebermoose oder jener, wahrscheinlich nur noch in einigen wenigen Zellen erhalten gebliebenen, der echten Laubmoose. Diese Gebilde sind in der Gruppe der Gefässkryptogamen wieder mit jenen Organen gleichwerthig, die der hypobasalen Embryohälfte entstammten, und zwar entspricht ihnen der Fuss und die erste Wurzel bei *Asplenium*, ein Theil des Fusses und die erste Wurzel bei *Marsilia* und *Pilularia*, das Stielchen bei *Salvinia* und endlich der Embryoträger bei *Selaginella*.

Wollte man den phylogenetischen und gleichzeitig auch den physiologischen Entwicklungsgang dieser hypobasalen Embryohälfte in der aufsteigenden Reihe von *Riccia* aus bis *Selaginella* mit kurzen Worten anschaulich machen, so müsste man sagen:

Die hypobasale Embryohälfte ist bei *Riccia glauca*[1] noch zur Erhaltung der Art bestimmt und der epibasalen gleichgebaut, während sie sonst bei allen uns jetzt bekannten Embryonen ausschliesslich zur Erhaltung des Individuums dient, indem sie bei ihnen als Saugorgan fungirt und demselben Nährstoffe zuführt.

An der Grenze zwischen den Lebermoosen und Farnen erfuhr der Fuss der ersteren eine weitere Differenzirung, die sich zu ihm gerade so verhält, wie die beiderseitigen geschlechtslosen Generationen.

Die hypobasale Hälfte des Lebermoos-Sporogons, zeitlebens in dem Thallus eingeschlossen, aus welchem sie bis zur Kapselreife Nährstoffe zieht, erleidet das ganze Leben hindurch keine Änderung durch äussere Einflüsse, daher bleibt ihr die ererbte Form noch immer die günstigste.

Anders bei den Farnen. Die hypobasale Hälfte der Eizelle zur Nährstoffaufnahme für das Individuum, wie oben bestimmt, bekommt den Impuls sich in zwei Hälften zu gliedern, von denen die eine noch die ursprüngliche Function des Saugens der Nährstoffe aus dem Gewebe der Geschlechtsgeneration beibehält, die andere hingegen, einer ähnlichen Function entsprechend, an die äusseren Verhältnisse sich anzupassen bestimmt ist, und als Folge dieser Anpassung eine in das Substrat eindringbare Wurzel bildet.

Da wir, aus vielen schon beobachteten und neulich wieder von Leitgeb[2] publicirten Fällen, die Verzweigung der epibasalen Sporagoniumhälfte, sowohl bei Laub- wie bei Lebermoosen, als diesbezügliche Übergangsformen der Moose zu den Farnen in der Natur verwirklicht finden, so würde es sich darum handeln, unter den Lebermoosen auch Individuen, die zu diesen, für die Entstehung der Farnen aus den Lebermoosen, viel wesentlicheren Differenzirungsmerkmalen der hypobasalen Hälfte incliniren, zu entdecken. Wir kommen noch später darauf zurück.

Je höher eine Pflanze im Systeme steht, desto unabhängiger gestalten sich bei ihrem Embryo seine Verhältnisse zur Geschlechtsgeneration. Im Zurücktreten der Bedeutung des Fusses und

---

[1] Kienitz-Gerloff, Bot. Zeitg. 1874, Nr. 11.

[2] Verzweigte Moossporogonien.

Unterdrücktwerden desselben durch die Wurzel, wird dieser höhere Differenzirungsgrad beim Embryo auch realisirt.

Bei *Marsilia* büsst schon der Fussquadrant einen Theil seiner Bedeutung, die er noch bei *Asplenium* hat, ein, während *Selaginella* schon so hoch steht, dass die ganze hypobasale Embryohälfte eine sehr untergeordnete Rolle (nur während des Embryolebens) zu spielen scheint, und die epibasale aus sich selbst die ersten Organe für das junge Pflänzchen zu bilden im Stande ist.

Die Differenzirung der hypobasalen Embryohälfte in einen Fuss und eine Wurzel oder, da der Begriff Fuss, wie wir weiter unten sehen werden, nur ein physiologischer ist, die Differenzirung in eine embryonale und eine eigentliche postembryonale Wurzel dürfte als der wesentlichste Divergenzcharakter zwischen einem Lebermoos- und Farnembryo anzusehen sein.

Wir stellen uns daher die Entstehung der Farne aus den Lebermoosen folgendermassen vor. Irgend ein Lebermoosembryo hätte die Fähigkeit gehabt, mit einigen Zellen seines voluminös sich entwickelnden Fusses die ihn umgebende Archegoniumhülle zu durchbrechen und mit diesen papilösen Zellen mit dem Substrat in Berührung zu kommen. Diese einmal zufällig auftauchende Eigenschaft bliebe weiter nicht ohne Einfluss auf die Ernährungsverhältnisse des Embryo, dessen Zellen in ziemlich frühen Stadien durch Entwicklung von Chlorophyll auch assimilationsfähig sind, welcher Umstand auch andere Differenzirungen nach sich gezogen hätte. Durch natürliche Zuchtwahl bekäme jenes zufällige Merkmal die Natur eines constanten. Durch weitere Anpassungen bekämen wir aus diesen Formen z. B. verzweigte, mit Rhizoiden besetzte Sporogonien und einmal als Endresultat eine, mit einer eigentlichen Wurzel versehene und reichlicher sich verzweigende auch die Sporenbildung länger hinausverschiebende Farnpflanze.

Es scheint mir leicht begreiflich zu sein, dass diese ganze Gruppe jener Übergangsformen ausgestorben sein mochte, und dass man unter den jetzt lebenden Lebermossen in der hypobasalen Hälfte höchstens nur noch Andeutungen zu einer verschiedenen Wachsthums- und Theilungsweise antreffen dürfte.

In der Ausbildung der hypobasalen Embryohälfte fand ich vor Allem *Preissia commutata*[1] und *Pellia epiphylla*[2] am meisten zu den Farnen hinneigend.

Bei letzterer Art gliedert sich ihre hypobasale Hälfte in zwei Zellen. Die eine von ihnen vergrössert sich bedeutend und kann mit jenem Zellencomplexe, welcher bei *Asplenium* den Fuss bildet, verglichen werden, die andere Zelle hingegen theilt sich (wohl nur manches Mal) durch eine zur Basalwand parallele Theilungswand in eine obere (der einen Hälfte unseres hypobasalen Gliedes vergleichbare) und eine, der Form nach zweiseitig keilförmige Zelle, welche (nicht ganz genau) jener Zelle entspricht, aus der sich bei *Asplenium* die Scheitelzelle der ersten Wurzel constituirt (Fig. 15, Taf. III).

Viel grösser ist diese Ähnlichkeit an *Preissia commutata* (Fig. 16, 17, 18, 19, Taf. III). Nach der Ausbildung beider Glieder (des epi- und hypobasalen) tritt in jeder Scheitelzellengruppe eine Wachsthumsdivergenz auf, die vielleicht nicht absolut unvergleichbar mit jener sein dürfte, welche bei den Gefässkryotogamenembryonen zur Anlage ihrer ersten Organe führt.

Ich komme zum Vergleiche der Zellen der epibasalen Embryohälfte und will zuerst jene ins Auge fassen, welche man bisher allgemein als Stammquadrant (q' III fb in Fig. 21a, Taf. III oder q' IIIb in Fig. 23, Taf. III) zu bezeichnen pflegte.

Bei *Asplenium* erscheint er durch unsere Medianwand schon von Anfang an halbirt, bei *Marsilia* und *Selaginella* ist dies, wie bei Laubmossen nicht der Fall. Bei *Asplenium* wird, noch bevor die morphologische Zusammengehörigkeit seiner Hälftezellen constatirbar ist, aus ihm die eine Hälfte des epibasalen Gliedes gebildet, darauf die Zellen für den Stamm abgeschieden, die aber, ähnlich wie der ihnen morphologisch gleichwerthige „unterdrückte Quadrant" (Kienitz-Gerloff) der Laubmoose, anfänglich durch die energischere Entwicklung des „Blattquadranten" zurückgedrängt werden.

---

[1] Kienitz-Gerloff, Bot. Zeitg. 1875, Nr. 48.

[2] Kienitz-Gerloff, Bot. Zeitg. 1874, Nr. 11.

Es scheint daher Kienitz-Gerloff's Vergleich der Laubmooskapsel mit dem ersten Wedel der Farne morphologisch vollkommen berechtigt zu sein.

Nehmen wir aber beide „Spitzenquadranten" der Laubmoosembryonen mit denen von *Marsilia* und *Selaginella* ohne Rücksicht auf ihre endgiltige Ausbildung, sondern nur auf Grund ihrer früheren Theilungsfähigkeit und ihrer gegenseitigen Grössenverhältnisse in den Vergleich, so sehen wir, dass der, durch die erste schief geneigte Wand gebildete, grössere und früher sich zu theilen beginnende „Quadrant" der Laubmoosembryonen einem ähnlich gestalteten bei *Selaginella* (die erste der Basalwand sich aufsetzende Wand ist meist schief) und einem auch früher sich zu theilen anfangenden bei *Marsilia* entspricht. Dieser „Quadrant" wächst bei Moosen zur Kapsel, bei *Marsilia* und *Selaginella* aber zum Stamme aus.

Da nun einerseits in der Stammhälfte von *Asplenium* die Entwicklung des ersten Wedels, ähnlich wie die der Laubmooskapsel, auf das benachbarte den Stamm zu produciren bestimmte Zellenpaar retardirend einwirkt und wir anderseits die Stammquadranten von *Marsilia* und *Selaginella* wegen der einzig in ihnen vorkommenden rascheren Theilungsfolge (Fig. 21 *a*, 23, Taf. III, Wände III und V) nicht mit dem ersten Wedel von *Asplenium* gleichstellen können, so wollen wir an der Blattnatur des Laubmoos-Sporogoniums vorderhand nicht zweifeln.

Die Anlage des Blattes ist bei *Marsilia* und *Selaginella* absolut dieselbe, beide Gattungen stimmen darin überein, dass auch bei ihnen die Blattanlage zu gleichen Theilen rechts und links der Medianwand beginnt. (Fig. 21 *b*, Wand IV, Taf. III.)

Das diesbezügliche Zellenpaar zeigt ein Bestreben zur Entwicklung in die Breite (d. h. parallel zur Basalwand). Die ihr benachbarte Stammurzelle zerfällt sowohl bei *Marsilia* als *Selaginella* durch die in Fig. 21 *a*, 23 und 24 mit „III" bezeichnete Wand in eine untere Segment- und eine obere keilförmige Zelle, welche letztere aus sich die definitive Stammscheitelzelle producirt. Es zeigt also die der Blattzelle benachbarte Schwesterzelle das Bestreben, sich vor Allem in die Länge (d. h. senkrecht zur Basalwand) zu entwickeln.

Bekanntlich führte Strasburger[1] die Zelltheilung auf innere, in der Zelle vor dem Erscheinen der Wand wirkende Spannungen zurück, wobei die Wand immer normal auf der Abstossungsrichtung der getheilten Zellkernhälften steht. Kehren wir diesen Satz um, so haben wir in der Stellung der Wände ein sicheres Orientirungsmittel über die vor der Theilung herrschende Spannung in der Zelle.

Daraus resultirt, dass wir vollkommen berechtiget sind, bei den Embryonen von *Selaginella* und *Marsilia* jene beiden ersten Zellen der Stammhälfte, welche durch die an die Basalwand zuerst sich ansetzende Theilungswand von einander geschieden werden (Transversalwand), schon als morphologisch verschiedenwerthig zu halten und der einen die Blatt-, der anderen die Stammnatur zuzuschreiben.

Der Embryo von *Asplenium* unterscheidet sich diesbezüglich von jenen der eben genannten Gattungen wesentlich dadurch, dass diese Theilungsschritte mit der späteren Organanlage in keiner unmittelbaren Beziehung stehen, und dies darum nicht, weil sie in der Stammhälfte des Embryo keine Differenzirung, sondern nur eine Vermehrung von Zellen, die sich während des nächstfolgenden Theilungsactes noch sämmtlich gleich verhalten, hervorbringen; es werden also die Ursachen zu deren Erscheinen ganz wo anders, als im morphologischen Differenzirungsbestreben zu suchen sein.

Diese bei *Asplenium Shepherdi* morphologisch also noch nicht charakterisirbaren Theilungsschritte gewinnen bei Embryonen höher stehender Pflanzengruppen eine entschieden morphologische Differenzirungsbedeutung. Es werden somit Embryonen von Gefässkryptogamen unter einander im selben Verhältnisse als über- und untergeordnet zu betrachten sein, in welchem sie ihre Organe früher oder später anlegen, wobei die höhere systematische Stellung stets mit der früheren Organanlage zusammenfällt.

Nachdem der Vergleich dieser ersten Zellen des Embryo durchgeführt ist, wenden wir uns zu ihren, aus ihnen hervorgegangenen Gebilden.

---

[1] Über Zellenbildung und Zellentheilung.

Wir können dem typischen Lebermoos - Sporogonium den Werth eines Monopodiums zuschreiben, da sich alle vier Zellen der Scheitelregion gleichmässig am Spitzenwachsthum betheiligen und so eine Anzahl über einander liegender, aus vier Cylinderquadrantenzellen zusammengesetzter epibasaler Segmentscheiben bilden, und wir fanden denselben Entwicklungsgang auch bei *Asplenium*, freilich nur auf die Bildung von zwei Cylindersegmenten beschränkt. Weil es auch unter den Lebermoosen Embryonen gibt (*Preissia commutata* und vielleicht noch andere), bei denen die beiden Scheitelzellengruppen ebenfalls nur bis zur Abgliederung des epi- und hypobasalen Gliedes gemeinsam an der Verlängerung der Hauptachse des Embryo arbeiten und dann entweder für das Spitzenwachsthum die Bedeutung verlieren und sich nur noch, wie andere Oberflächenzellen weitertheilen, oder aber eine Divergenz in ihrem Wachsthumsbestreben an den Tag legen (*Preissia commutata*), so tragen wir keine Bedenken den Embryo von *Asplenium* an diese niederen Lebermoose anzuschliessen.

Es wäre vom höchsten Interesse zu bestimmen, ob auch bei *Riccia glauca* diese Segmente (den hypo- epibasalen entsprechend) von anderen Theilungen zur Bildung gelangen. Wäre dies der Fall, so müsste man ihrem Embryo eine Längs- und Hauptachse zuschreiben. Es ist aber auch möglich, dass das Sporogonium von *Riccia* noch als Kugel aufzufassen sein wird, und dann vor Coleochaeten-Carposporen nur den einzigen Vorzug hat, dass wir in ihm einen Gegensatz zwischen fertilem inneren und sterilem äusseren Gewebe zu verzeichnen hätten, was dort noch nicht der Fall ist.

Von *Riccia glauca* ausgehend, hätten wir diesbezüglich eine Formenreihe aufzustellen, welche die Gleichwerthigkeit jenes vierzelligen Scheitelapparates für das Spitzenwachsthum lebenslänglich beibehält und in unsere foliosen Lebermoose ausläuft. Zwischen *Riccia glauca* und den typischen Lebermoosembryo fielen dann jene Übergangsformen, welche einerseits zu den Farnen, und andererseits zu den Laubmoosen den Übergang vermittelten.

Diese Scheidung und Abstammung wurde dadurch bewerkstelliget, dass der vierzellige Scheitelapparat eines Lebermoos-

embryo der Art eine Arbeitstheilung erfuhr, dass er sich entweder nach kurzer Thätigkeit in zwei ungleichwerthige, aber entwicklungsfähige Zellenpaare, wie bei *Asplenium* auflöste und so die ersten Ahnen der Farne hervorbrachte, oder aber, dass gleich nach Bildung der Quadrantenwand (unserer Transversalwand) die eine Kugelquadrantenzelle ihrem eigenen Wachsthume folgte, welches so energisch war, dass die Nachbarzelle vollkommen unterdrückt wurde; dieser Typus führte zu den echten Laubmoosen.

Diesem Principe Rechnung tragend, würde *Marchantia polymorpha* eher an die Laubmoose als Farne erinnern, weil sie nach den Untersuchungen Kienitz-Gerloff's gleich nach dem Erscheinen der Quadrantenwand eine zweischneidige Scheitelzelle constituirt.

Ich sagte schon oben, dass *Marsilia* und *Selaginella* die im Stammquadranten liegende Hälfte des epibasalen Gliedes, welche wir jetzt betrachten wollen, vor jener im Blattquadranten (Fig. 21*a*, 23, Taf. III) und auch durch einen viel früheren Theilungsact als *Asplenium* abscheiden. Die innere anatomische Gliederung dieser Segmente haben sowohl die Gefässkryptogamen unter einander als mit den Moosen gemein. Histiologische Unterschiede in der Ausbildung des Grundquadrates bei Moosen und Gefässkryptogamen kommen zwar vor, doch wird uns die Zukunft auch diesbezüglich einen Aufschluss geben; denn entweder stimmen die Gefässkryptogamen (Hymenophyllaceen) nach Prantl's Ansicht mit der Mehrzahl der Moose überein, und bilden aus dem Gewebe des Grundquadrates die fertile Schichte oder es wird sich die Behauptung Leitgeb's bestätigen, nach welcher das Grundquadrat der Gefässkryptogamen ebenso wie bei Anthoceros nur eine mechanische Bedeutung haben müsse, und die fertile Schichte dem Aussengewebe angehöre. Wir lassen vorderhand diese Streitfrage ganz ausser Acht und stellen nur den Grundsatz fest, dass sich einer Ableitung der Farne aus den Lebermoosen auch nach dieser Seite hin keine Hindernisse entgegensetzen. Wir berücksichtigen im Folgenden nur die morphologischen Verhältnisse:

Bei allen Lebermoosen, Laubmoosen und Salvina (Fig. 20, Taf. III) bleibt die epibasale Segmenthälfte unthätig liegen, und

producirt keine Seitengebilde, bei *Asplenium* dürfte sie sich secundär an der Bildung des Fusses betheiligen, bei *Marsilia* und *Pilularia* ist es mit aller Bestimmtheit constatirt (Fig. 21 *a*, Taf. III), dass sie zu einem Theile des Fusses auswächst, bei *Selaginella* producirt sie endlich das zweite Blatt (Fig. 23, 24, Taf. III). (Der Embryo von Equisetum ist zu wenig in seiner Entwicklung bekannt, um auch diesen in den Vergleich aufnehmen zu können.)

Dieser einzige Charakter, abgesehen von allen anderen, erhebt den *Selaginella*-Embryo nicht nur über die Farne, sondern selbst über die *Marsiliaceen*.

Die zweite, dem Blattquadranten angehörige Hälfte des epibasalen Gliedes bleibt bei Lebermoosen, Laubmoosen, *Salvinia* (Fig. 20, Taf. III) *Marsilia* und *Asplenium* ohne Seitengebilde, bei *Selaginella* hingegen erzeugt sie durch Auswachsen seiner Aussenzellen den Fuss und aus einer Innenzelle die Scheitelzelle der ersten Wurzel.

Die morphologische Werthigkeit des ersten Wedels, sowie seine ersten mit der Ausbreitung in die Fläche zusammenhängenden Theilungen stimmen bei allen bis jetzt genauer studirten Gefässkryptogamenembryonen, wie *Marsilia* und *Selaginella* mit *Asplenium* überein.

Schwierig dürfte es hingegen ausfallen, die zweiten Wedel unter sich, oder mit dem ersten vergleichen zu wollen. Bei *Selaginella* unterscheiden sich die beiden ersten Blätter wesentlich von einander, indem sie sich so verhalten, wie ein an der Spitze angelegtes Organ zu einer unter derselben hervortretenden Seitensprossung.

Das zweite Blatt von *Marsilia* würde einem Gabelaste von *Selaginella* entsprechen, falls die, nach meiner Ansicht sehr leicht mögliche Angabe Hofmeister's auch richtig sein sollte, welche dahin lautet, dass die Stammscheitelzelle von *Selaginella* gerade so, wie bei *Marsilia* durch die Medianwand in zwei tedraedrische Zellen gespalten wird, welche einzeln in die ersten Gabeläste auswachsen. Das zweite Blatt von *Selaginella*, ein Segmentgebilde des epibasalen Gliedes, findet in der ganzen, tiefer im Systeme stehenden Formenzahl nirgends sein Analogon.

Weil an der Entstehung des Fusses auch die epibasale Embryohälfte theilnehmen kann, will ich noch in kurzen Worten die Änderung dieses Organes, welche es in der aufsteigenden Reihe erfährt, angeben.

Die niederen Lebermoose wandeln noch ihre ganze hypobasale Embryohälfte in dieses Organ um. An *Asplenium* beherrscht es noch, seinem Volumen nach, den Wurzelquadranten, bei *Marsilia* ist dieser letztere schon der Anlage nach grösser, dafür bekommt aber der Fuss einen Zuwachs durch die im Stammquadranten liegende Hälfte des epibasalen Gliedes und bei *Selaginella* verliert die ganze hypobasale Embryohälfte so sehr an der Bedeutung als Saugorgan, dass ein eigentlicher Fuss aus dem epibasalen Gliede gebildet wird.

Bei *Salvinia* (Fig. 20, Taf. III) könnte man den Umstand, dass nur der Fuss (Stielchen) in der hypobasalen Embryohälfte zur Bildung gelangt, auch als Rückschlag ansehen.

Die erste Wurzel von *Asplenium* und *Marsilia* (Hauptwurzeln) sind mit einander vergleichbar, während wieder jene von *Selaginella* (ein Gebilde der epibasalen Glieder) mit der ersten von *Asplenium* gar nicht vergleichbar ist.

Tafel-Erklärung

(Alle meine Zeichnungen sind von *Asplenium Shepherdi* genommen. Die Krümmung des Archegoniumhalses zeigte stets nach hinten.)

Tafel I.

Fig. 1. (540) Eine noch ungetheilte Eizelle im Archegonium liegend. Seitenansicht im optischen Längsschnitte.

„ 2. (540) Ein zweizelliger Embryo sammt Archegonium in der Seitenansicht. Optischer Längsschnitt.

„ 3. (350) Ein zweizelliger Embryo sammt Archegonium. *a* = optischer Längsschnitt in der Seitenansicht, *b* = optischer Längsschnitt in der Ansicht auf die obere Prothalliumfläche. Das Präparat wurde in Kali und Wasser gekocht.

„ 4. (350) Ein vierzelliger Embryo sammt Archegonium und ganzer Dicke des Prothalliums. *a* = Seitenansicht im optischen Längsschnitte, *b* = Ansicht von oben im optischen Längsschnitte. Das Präparat wurde in Kali gekocht.

„ 5. (350) Ein achtzelliger Embryo sammt Archegoniumhülle im optischen Längsschnitte, Seitenansicht. Der Embryo gab in den Ansichten von oben, unten, vorn, hinten, rechts, links immer dasselbe Bild. (Mit Chromsäurelösung behandelt.)

„ 6. (350) Ein zwölfzelliger Embryo. *a*, *b* noch im Archegonium liegend, *c*, *d*, *e* frei präparirt. *a* = Seitenansicht im optischen Längsschnitte *b* = Ansicht von oben, *c* = Transversalwand in der Ebene des Papieres, optischer Längsschnitt durch die obere Embryohälfte, *d* = Medianwand in der Ebene des Papieres, optischer Längsschnitt durch die rechte Embryohälfte, *e* = Transversalwand in der Ebene des Papieres, optischer Längsschnitt durch die untere Embryohälfte. Das Präparat wurde nach dem Kochen in Kali mit Carbolsäure behandelt.

In dieser, wie in allen folgenden Figuren bedeutet:

bb = Basalwand,

qq' = Medianwand (*q'* = immer der Stammhälfte angehöriges, also vorderes Ende,

oo = Transversalwand.

Tafel II.

„ 7. (280) Ein mehrzelliger Embryo im Archegonium. Seitenansicht im optischen Längsschnitte. *v* : *b* = rechte : linke Embryohälfte. Die

punktirten Wände in *a* gehören der Hälfte *b* an. Das Präparat wurde lange in Kali gekocht und nach dem Auswaschen mit destillirtem Wasser ins Glycerin gelegt.

Fig. 8. (280 für Fig. 8*a*, *b*, *c*; 350 für Fig. 8*d*) Derselbe Embryo, frei präparirt. *a* = Seitenansicht, *b* = optischer Querschnitt durch das epibasale Glied, *c* = optischer Längsschnitt der oberen Hälfte (Transversalwand in der Ebene der Tafel), *d* = ein gleicher Schnitt durch die untere Hälfte.

In dieser, wie in allen folgenden Figuren bedeutet:

ee = epibasales } Glied.
hh = hypobasales }

„ 9. (540) Ein wenigzelliger frei präparirter Embryo mit der Transversalwand auf der Ebene der Tafel liegend, dessen untere Oberflächenhälfte gezeichnet wurde. Die Wände des „*hh*“ kommen bei mittlerer Einstellung in die punktirte Lage zu stehen.

„ 10. (350) Ein freipräparirter Embryo mit der Anlage der ersten Organe *a*:*b* = rechts : links. Beide Fig. 9 = optische Längsschnitte; *c*. *d*, *e* = Oberflächenzeichnungen bei verschiedenen Stellungen des Embryos. *c* = *so* liegend, dass die Stammregion in die Mitte des Gesichtsfeldes zu stehen kommt, *e* = mit der Wurzelregion in der Mitte des Gesichtsfeldes und *d* = Oberflächeneinstellung eines Blattoctanten. Das Präparat wurde nach dem Kochen in Kali im Glycerin untersucht, bis es endlich wegen des vielen Hin- und Herrollens unter dem Deckgläschen zerfiel. *d* und *e* zeigen diese Zerfallperiode. In dieser, wie allen folgenden Figuren bedeutet:
st = Stammregion. w_1 = Scheitelzelle der ersten Wurzel.
f = Fuss. bb_1 = der erste Wedel.

„ 11. (540) Ein weiter entwickelter freipräparirter Embryo. Während der Präparation verlor er einen Theil des Fusses, die punktirten Linien geben die zufällig noch erhalten gebliebenen Zellencontouren an. Deutlich noch abgegrenztes „*ee*“ und „*hh*“, deutliche Dichotomie in der Ebene *oo*.

„ 12. (540) Stielquerschnitt von einem sich eben zu gabeln beginnenden ersten Wedel; *qq'* = die gemeinsame Medianwand; *q'* = die innere concave, der Stammregion zugekehrte Wedelseite; *ac*, *de* = die ersten Wedelwände; *q* = Gefässbündelanlage.

„ 13. (540) Ein noch geschlossenes Archegonium mit stellenweise schon zweischichtiger Archegoniumhülle.

Tafel III.

„ 14. (280 für Fig. 14 *a*; 160 für 14 *b*; 350 für Fig. 14 *c*, *d*) Ein junges Pfläzchen mit schon deutlich entwickeltem zweiten Blatte; *a* = optischer Längsschnitt mit der ursprünglichen *qq'* genau in der Ebene der Tafel; (bl_2 = zweites Blatt, welches etwas tiefer liegt).

b = Oberflächenzeichnung mit *qq'* = senkrecht auf der Ebene der Tafel; *c* = optischer Längsschnitt des abgeschnittenen Stammhöckers mit der Mediane des „bb_2" in der Ebene der Tafel; *d* = Querschnitt von *c* in der Höhe *xy*. bl_2 = zweites Blatt; w_2 = Scheitelzelle für die zweite Wurzel. Das Präparat wurde in Kali gekocht.

Fig. 15. Embryo von *Pellia epiphylla*. Nach Kienitz-Gerloff; 166/1.

„ 16, 17, 18, 19. Embryonen von *Preissia commutata* in fortlaufender Entwicklungsreihe. Nach Kienitz-Gerloff; 250/1; die Wände des „*ee*" und „*hh*" sind etwas stärker gehalten in Fig. 19.

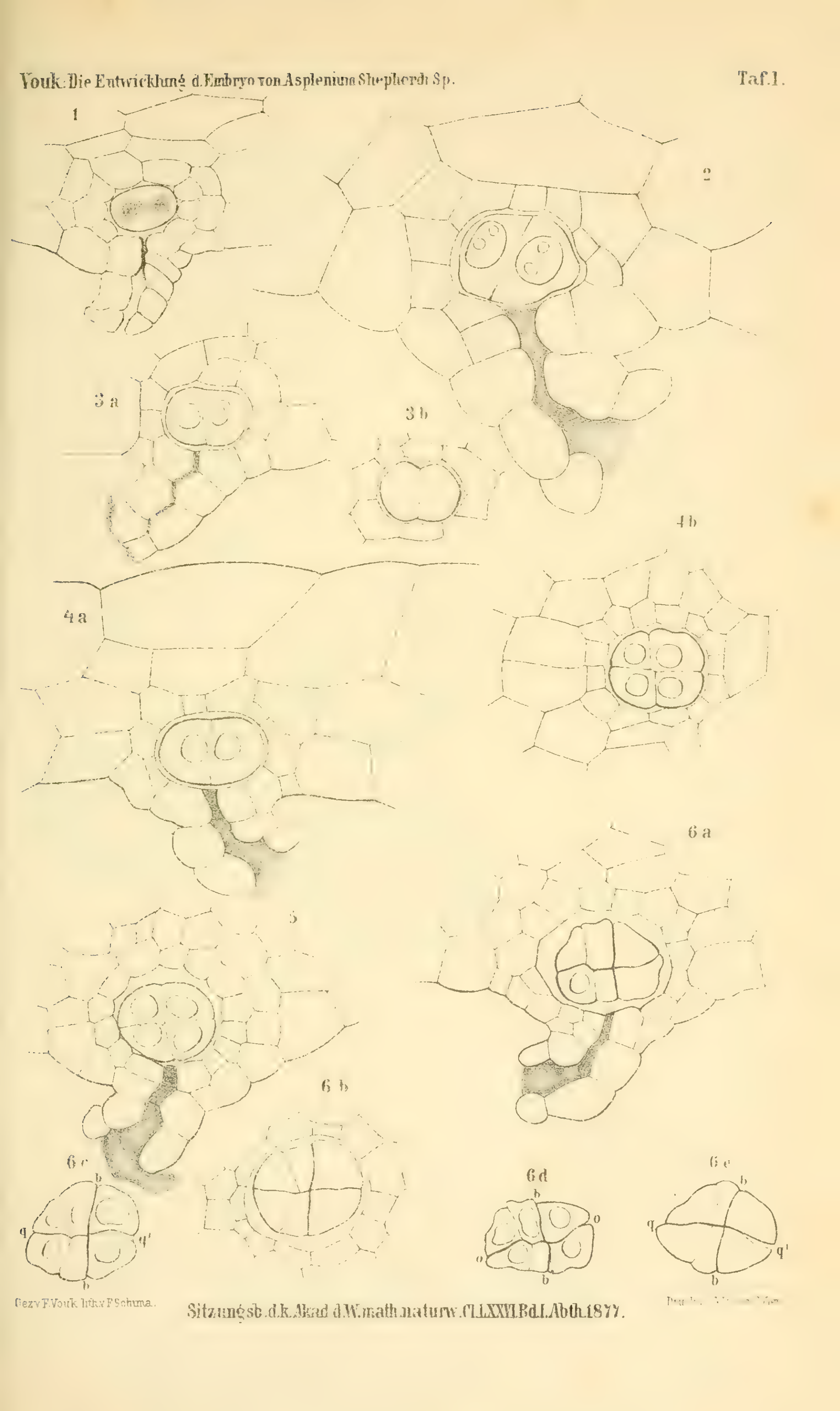
„ 20. Embryo von *Salvinia natans*. Nach N. Pringsheim; 300/1. Die punktirten Wände schematisiren das weitere Wachsthum.
v = Stammscheitelzelle, bl_1 = Schildchen, *f* = Stielchen.

„ 21. Embryo von *Marsilia*. Nach J. Hanstein; 230i1 *a* = Seitenansicht; *b* = Ansicht auf die Blattwurzelhälfte.
III. = der dritte
IV. = der vierte } Theilungsschritt in der Eizelle.
V. = der fünfte

„ 22. Knospe eines fünftägigen Keimes von *Marsilia* an der Basis des Keimblattes haftend, in derselben Stellung wie meine Figur 14 *b*. Nach J. Hanstein. 230 1.
v = Stammscheitelzelle, *m* = Median- (hier Octanten) Wand, die übrige Bezeichnung wie oben.

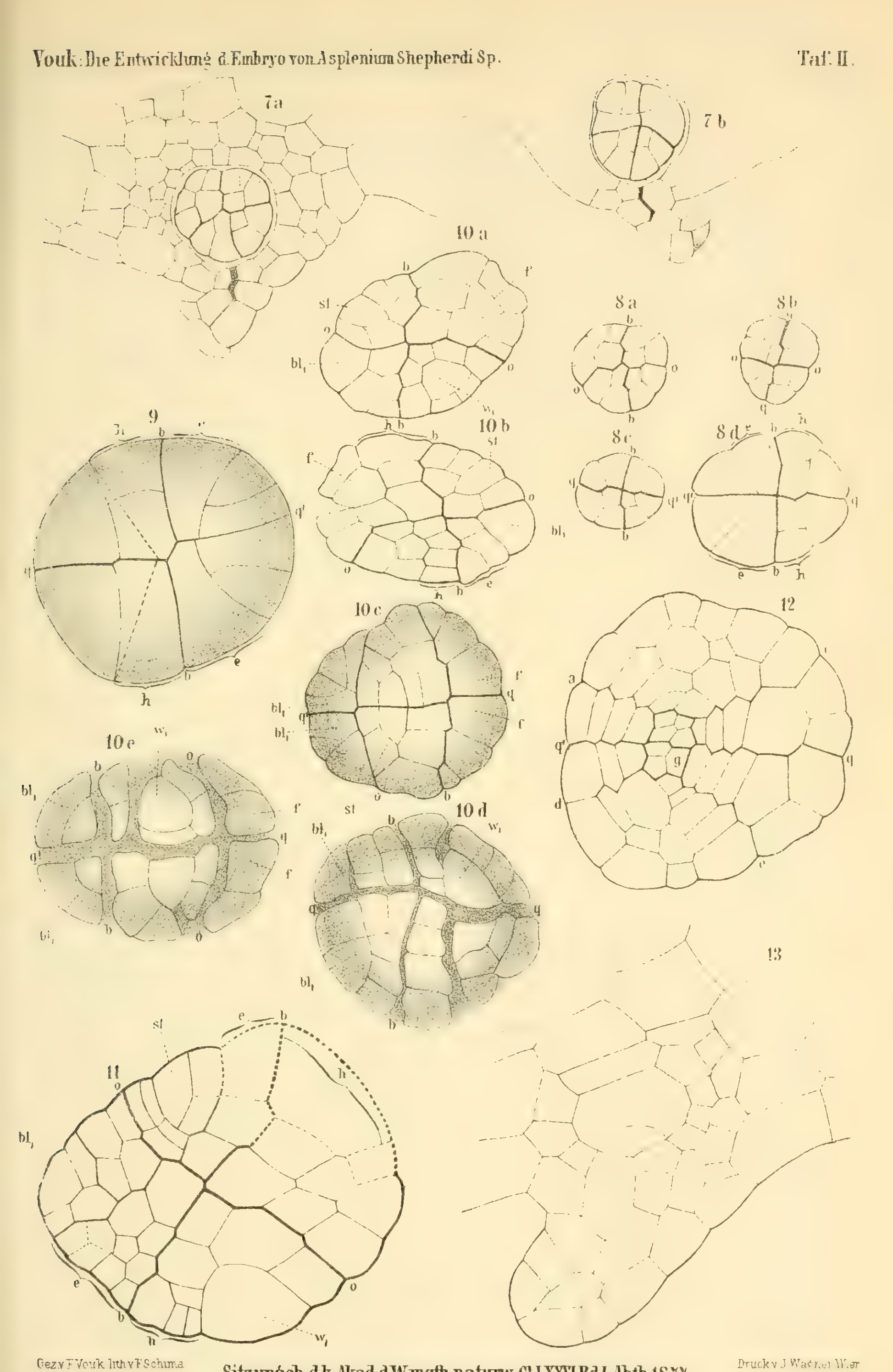
„ 23 und 24. Embryokugeln von *Selaginella Martensii*. Nach Pfeffer. In Fig. 24 sind die Wände des „*ee*" (III und V) etwas stärker gehalten als im Original.

„ 25 und 26. (350) Oberflächenzeichnungen der Scheitelregion der Pflanze.



Gez. v. F. Vouk. lith. v. F. Schima.



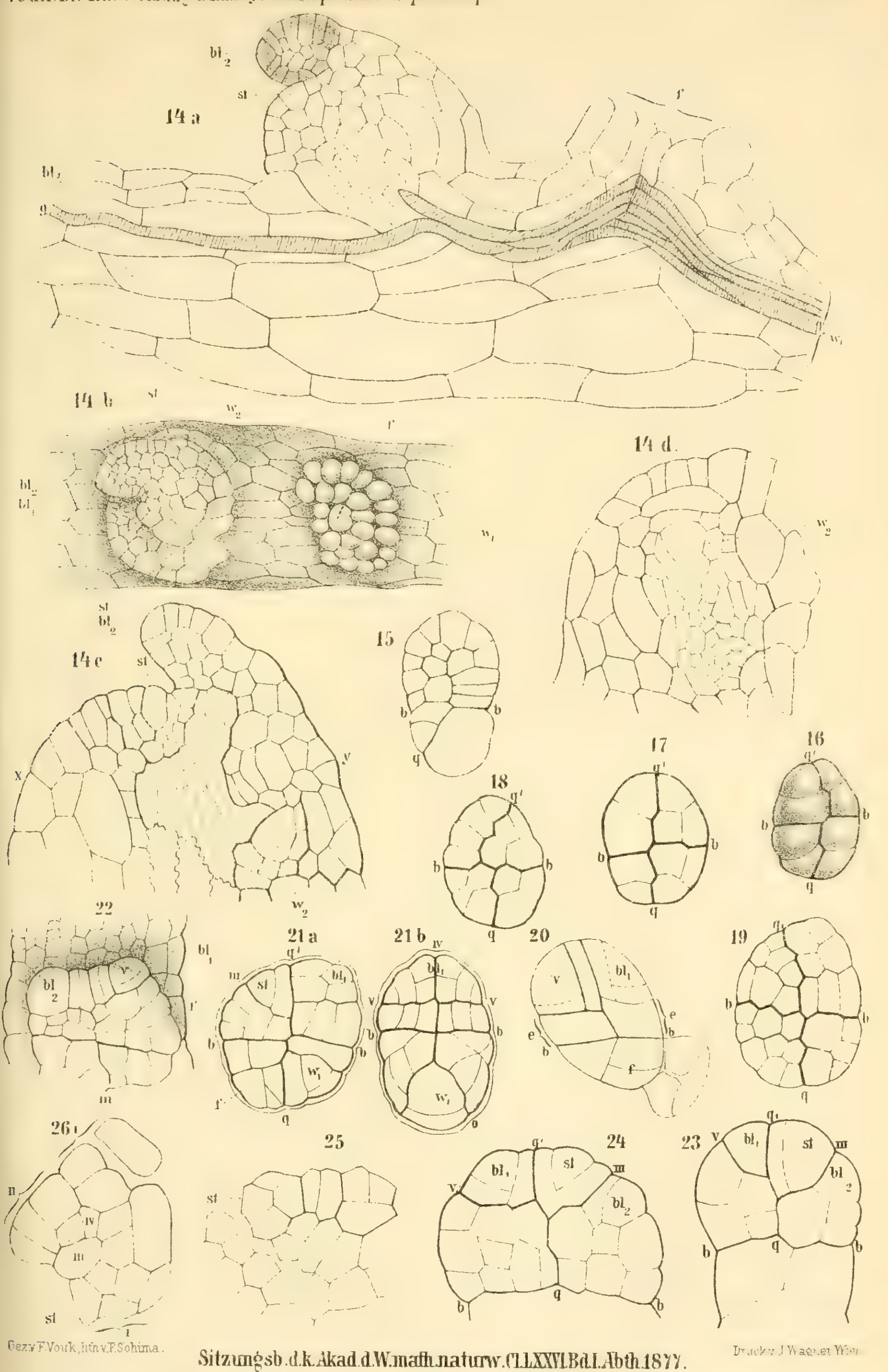


Gez. v. F. Vouk. lith. v. F. Schima

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Cl. LXXVI. Bd. I. Abth. 1877.

Druck v. J. Wagner, Wien





Gez. v. F. Vouk, lith. v. F. Schima. Druck v. J. Wagner, Wien.



Über Binnenzellen in der grossen Zelle (Antheridiumzelle) des Pollenkorns einiger Coniferen.

Von **Anton Tomaschek.**

(**Vorläufiger Bericht.**)

(Mit 1 Tafel.)

(**Vorgelegt in der Sitzung am 12. Juli 1877.**)

Nach Hofmeister und neuerdings Strassburger und Tschistiakoff bilden sich in dem Pollenschlauchende einiger Coniferen zuweilen einige Primordialzellen, die man geneigt wäre, für rudimentäre Andeutungen von Spermazoidmutterzellen zu halten. (Sachs, L. B. 1874, p. 511.) Das Pollenkorn der Coniferen und Cycadeen erinnert durch Bildung von rudimentären Prothalliumzellen an Mikrosoporen von *Selaginella* und *Isöetes*.

Es wäre ein Gewinn für die Wissenschaft, wenn es gelingen würde, unter günstigen Umständen die Bildung jener oben erwähnten Primordialzellen reichlicher zu veranlassen, was vielleicht dann in Aussicht steht, wenn unter günstigen Umständen für die Keimung des Pollenkorns die Befruchtung verhindert wird.

Längere Zeit mit Versuchen die Keimung des Pollenkornes (Bildung des Pollenschlauches) selbständig, d. i. ausserhalb der Blüthe zu bewerkstelligen, kam ich zu dem Resultate, dass die Culturfähigkeit der Pollenzelle wohl im Allgemeinen auf jene Lebenserscheinungen, welche der Pollenschlauch bei normaler Entwicklung im Innern des Gynaeceums äussert, zurückgeführt werden können. Es tritt zwar zuweilen bei dem durch Cultur hervorgerufenen Pollenschlauche Septirung (Bildung von Querwänden) ein. Eine rhythmisch sich wiederholende Zellentheilung, sowie Vergrünung des Protaplasmas muss in Abrede gestellt werden.

Dessenungeachtet ist die Entwicklung des Pollenschlauches als Weiterentwicklung, als fortschreitendes Wachsthum aufzufassen, da bei der Bildung des sich oft vielfach verzweigenden und stellenweise zu kugeligen oder kolbigen Anschwellungen sich erweiternden Pollenschlauches fortwährend Neubildung und Vermehrung des Protoplasmas stattfindet. Das neu gebildete Protoplasma wird nicht nur zur Bildung der Zellenhaut des Schlauches verwendet, sondern sammelt sich in dem Hohlraume des Schlauches derart an, dass die Menge desselben, die Menge des in dem ungekeimten Pollen anfänglich vorhandenen Protoplasmas um das Mehrfache übertrifft.

Endogene Zellenbildung im Pollen oder im Pollenschlauch wurde zwar in einem Falle vermuthet (bei *Colutea arborescens*), aber nicht vollständig erwiesen.

An das Bestreben, endogene Zellenbildung in der Pollenzelle auch durch Culturversuche hervorzurufen, knüpfen sich neuere Versuche mit der Aussaat des Pollens einiger Coniferen. Der Pollen der anemophilen Gewächse widersteht der zerstörenden Einwirkung der Benetzung in viel höherem Grade als der der entomophilen, da der Pollen der letzteren ins Wasser gebracht, zerplatzt und seinen Inhalt nach aussen ergiesst.[1]

Ich hatte also guten Grund, günstigen Erfolg durch Aussaat des Pollens von *Pinus sylvestris*, der mir Ende Mai zu Gebote stand, ins Wasser zu erwarten.

Am 31. Mai wurde eine grosse Menge Blüthenstaub von *Pinus sylvestris* und *Abies excelsa* durch einen sanften Regen aus der Luft herabgebracht. Von den allenthalben am Boden zerstreuten Blüthenstaub wurden einige dichte Häufchen sammt der darunter gelegenen Staubschichte aufgesammelt und ins Wasser gebracht. Da ich auf Grund früherer Versuche von der langsamen Entwicklung des Pollenschlauches bei dieser Art Kenntniss hatte, sah ich erst am 13. Juni nach der am 31. Mai gemachten Aussaat.

---

[1] Wird Blüthenstaub dieser Art ins Wasser gebracht, so zeigen sich alsbald in dem aus demselben hervorquellenden protoplasmatischen Inhalte eine Unzahl von Bacterien (*Micrococcus, Bacillus, Spirillum*).

Zu meiner Überraschung waren nur wenige Pollenkörner zur Bildung eines wenig entwickelten Pollenschlauches gelangt.[1] Bei der Mehrzahl waren im Innern der grossen Pollenzelle (Antheridiumzelle) klar und deutlich Zellen eigener Art erkennbar. Zunächst schwankt die Zahl und Grösse dieser Binnenzellen innerhalb der einzelnen Pollenkörner.

Es sind Pollenkörner mit einer mit 2, mit 4, 6, 8, 12 16 Binnenzellen bemerkbar.

Dort, wo einzelne grössere oder viele kleinere vorhanden sind, ist der stärkereiche Inhalt der Pollenzelle nicht mehr erkennbar. Die vorherrschende Grösse der häufig und deutlich erkennbaren Binnenzellen ist 0·016 Mm., oder 0·036 Mm. bis 0·04 Mm.

(Grösse der Pollenzelle von *P. sylvestris* = 0·068 Mm. von *P. abies* = 0·12 bis 0·15 Mm.)

Die beobachteten Binnenzellen sind zunächst von zweifacher Art. Die einen haben einen hellen, scharf abgegrenzten Zellenkern (bis 0·16 Mm.), der von einer feinkörnigen trüben Protoplasmahülle umgeben, deutlich von einer (doppeltconturirten) Haut eingehüllt, in dem anscheinend hohlen oder mit klarer Flüssigkeit erfüllten Raume einer zweiten (ebenfalls doppeltconturirten) Hülle eingeschlossen ist. (Fig. 12 und Fig. 7.) (Die Zelle links!)

Die andere Art von Binnenzellen, anfänglich in der Minderzahl vorhanden (Fig. 6, Fig. 11) besitzt nur eine einfache Zellhaut, keinen Zellenkern und ist von mehr oder weniger granulirtem, trüben Protoplasma erfüllt.

Übrigens sind zwischen beiden Binnenzellenarten Übergangsformen zu ermitteln. Der Zellenkern zerfällt in mehrere Theilkörner. (Fig. 7*b*, Fig. 5.)

Das Protoplasma vermehrt sich, bis endlich die ganze Zelle bei Verlust des Zellenkerns von demselben erfüllt wird. Man hat also Grund zu vermuthen, dass die zweite Art aus der ersten sich hervorbildet.

---

[1] Der Pollen von *Typha latifolia* auf feuchte Erde gesäet entwickelt schon nach wenigen Stunden lange, das Pollenkorn umschlingende oder spiralig sich windende Pollenschläuche.

Viele Pollenzellen streifen die Exine ab und so liegen Blasen herum. Fig. 10, gebildet aus der Intine, in welcher die Binnenzellen um so klarer hervortreten. Auch die Intine unterliegt endlich der Zersetzung, zerreisst stellenweise, es werden daher Binnenzellen beider Arten frei herumliegend gefunden. Es ist begreiflich, dass der Moment des Freiwerdens oder Austretens der Binnenzellen sich der unmittelbaren Beobachtung entzieht; übrigens gibt es Lagerungen, welche den eben erfolgten Austritt der Binnenzellen erkennen lassen. (Fig. 8, Fig. 23*m*.)

Viele der freigewordenen Zellen der zweiten Art boten Gelegenheit zu einem interessanten mikroskopischen Schauspiele. Der deutlich körnige Inhalt, aus welchem rundliche Lichtpunkte hervortreten (Fig. 11), geräth in immer schnellere rotirende Bewegung; die Richtung nach links oder rechts, auf oder ab, wurde in verschiedenen dieser Zellen beobachtet, nicht aber der Wechsel dieser Richtungen innerhalb ein und derselben Zelle. Zuweilen trat auch Stillstand oder Unterbrechung dieser Bewegung ein. Endlich an irgend einer Stelle, meist am Rande, beginnt eine wimmelnde Bewegung. Das Einzelnleben beginnt, während die Gesammtbewegung erlischt. Ich möchte das Wimmeln der einzelnen Partikelchen am besten mit der Bewegung beim Sieden einer Flüssigkeit vergleichen; endlich weichen an einer Stelle die Wände auseinander, die Zoosporen schwärmen aus und bewegen sich mit grosser Geschwindigkeit in geraden Bahnen durch das Gesichtsfeld. Sind die Zoosporen ermattet, so sieht man sie eine lange, die Körperlänge vielfach übertreffende Geisel (Cilie) nach oben zu schwingen, und unter beständigem Schwanken sich um ihre Achse drehen. Fallen sie endlich um, so erkennt man die birn- oder sackförmige Gestalt des Körpers. Am oberen Ende tritt am Grunde der Geisel jener helle Punkt deutlich hervor, der schon in der Mutterzelle erkennbar war, während auch im breiteren Theile Vacuolen bemerkbar sind.

Nach Verlust der Geisel werden die Zoosporen rundlich und vereinigen sich in plasmodienartige oder Zoogloeaklumpen.

In anderen Fällen sah ich aus ähnlichen Zellen nach vorhergehender Drehung den gesammten protoplasmatischen Inhalt ausbrechen und sich langsam amoebenartig fortbewegen. Eine so entschiedene Zellenbildung im Innern einer Pollenzelle, sei

diese endogen oder durch Inficirung eines Chytridiums bewerkstelliget, ist meines Wissens bisher von Niemandem beobachtet worden.

Für die Entscheidung über die wahre Natur des Phänomens ist bei dem Umstande, als es sich hier um einen sehr primitiven organischen Vorgang handelt, jedesfalls Vorsicht und Rückhalt geboten.

Von der Ansicht ausgehend, dass es sich hier um eine in das Innere des Pollens eingedrungene Chytridiumart handelt, glaube ich alsbald an jener Stelle, wo der Pollenschlauch aus dem Pollenkorn hervorzudringen pflegt, Körperchen oder Zellchen hängend zu bemerken, ähnlich jenen, in welche sich obige Zoosporen verwandeln. Da mir nämlich von Ende Mai her noch trockenliegender Pollen von *Pynus sylvestris* zu Gebote stand, mischte ich etwas davon mit jenem Pollen, der mit Binnenzellen versehen war, und brachte beide in gewöhnliches Wasser. Nach mehreren Tagen zeigte sich die eben geschilderte Erscheinung. Als ich jedoch solche Pollenkörner, an denen ich Zoosporen hängend zu beobachten glaubte, mit etwas Erdnussöl benetzt, unter ein Deckglas brachte, und im Finstern aufbewahrte, wuchsen an jenen Stellen, wo ich Zoosporen vorhanden glaubte, Pilzfäden hervor (Fig. 16). Dieses Auswachsen von Pilzfäden aus Blüthenstaub ist übrigens eine gewöhnliche Erscheinung. Merkwürdig erscheint es übrigens, dass in der Mischung des inficirten mit trockengelegenen Pollen bis jetzt (28. Juni), also nach etwa 8 bis 10 Tagen, noch immer keine Vermehrung und Ausbreitung des Auftretens der Binnenzellen ersichtlich ist, was die Pilznatur der Innenzellen noch immer zweifelhaft erscheinen lässt.

Ich muss noch bemerken, dass ich Ende Mai zur Zeit des Stäubens von *P. sylvestris* noch zwei Aussaaten des Pollens vornahm und zwar eine mit reifem abfliegenden Pollen, die andere mit beinahe reifen Pollen, den ich durch Austrocknen aus den Antheren erhielt, beide in gewöhnliches Wasser. Nachdem ich in jenem mit Staub von der Strasse gesammelten Blüthenstaub Binnenzellen entdeckt hatte, war ich neugierig, ob auch in den Pollenkörnern dieser zuletzt bemerkten Aussaaten jene Binnenzellen aufzufinden wären. In der That waren in der Aussaat von abfliegendem, vollkommen reifen Pollen einzelne Pollenkörner

mit Binnenzellen versehen; sie gehörten jedoch nur der ersten mit deutlichem Zellenkern versehenen Reihe an.

In der zweiten Aussaat des aus trockenen Blüthen ausgefallenen Pollens war der Inhalt der meisten Pollenkörner zellenförmig vacuolisirt (Fig. 14); jene charakteristischen Binnenzellen waren in dieser Aussaat nicht aufzufinden.

In der Aussaat von reifem abfliegenden Pollen waren die Binnenzellen kleiner, als in jenen Pollenzellen, welche der Saat vom 31. Mai angehören.

Schwärmzellenbildung wurde daselbst nicht beobachtet. Bemerkenswerth war eine ziemlich häufige Einschnürung dieser Zellen sowie Theilung des Zellenkerns (Fig. 15 *a* bis *l*). Es deutet diese Erscheinung auf eine Vermehrungsweise hin, welche meines Wissens bei den Chytridien nicht vorkömmt.

Ich werde bemüht sein, durch fortgesetzte Untersuchung die Frage zur vollständigen Entscheidung zu bringen, ob es sich hier um eine Inficirung des Pollens durch chytridiumartige Wasserpilze oder wenigstens theilweise um spontane endogene Bildung von Spermatozoidmutterzellen im Innern der grossen Antheridiumzelle des Pollens der Coniferen handelt.

Gegenwärtig habe ich noch hinzuzufügen, dass ich bereits im Juli 1876 in. ins Wasser gesäetem Blüthenstaub von *Lilium candidum* ähnliche Binnenzellen und ausschwärmende freie Zellen beobachtete und dass auch in einer Aussaat von Pollen, dem *Taxus baccata* angehörend (vom 28. März noch gegenwärtig, am 25. Juli), theils im Innern, theils frei, bei weitem kleinere Binnenzellen zu beobachten sind. Fig. 18, Fig. 21.

Ihre Grösse beträgt 0·006 bis 0·008 Mm.

Die Aussaat des Pollens von *Taxus baccata* wurde auf angeblich französischem Filtrirpapier vorgenommen, dieses mehrfach zusammengefaltet, auf die Erde eines Blumentopfes ausgebreitet, diese in eine mit Wasser gefüllte Schale gestellt und mit einer Glasglocke bedeckt. Obwohl ich seit März diese gemachte Aussaat sehr oft revidirte, habe ich niemals jene Zellen entdeckt, aus denen Zoosporen hervorgehen, wohl aber bemerkte ich häufig kleine amoebenartige Protoplasmaklümpchen zwischen den Pollenkörnern herumkriechen (Fig. 20). Hier scheint offenbar der Inhalt der chlytridiumartigen Zellen normal in der Form

kleiner Amoeben hervorzubrechen, wie dies ausnahmsweise bei echten Chytridien ebenfalls beobachtet wurde.

Im Falle, als jede spontane endogene Zellenbildung ausgeschlossen bleibt, hat man es jedenfalls mit mehreren, wie ich glaube, neuen Chytriumarten zu thun.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Pollenkorn von *P. sylv.* mit mehreren Binnenzellen erfüllt. *e* Exine *i* Intine, *h* Binnenzellen, *f* seitliche, blasenförmige Anhänge der Exine des Pollens. Ansicht von der Rückseite der Stelle der Schlauchbildung gegenüber.

„ 2. Ein anderes Korn, reichlicher mit Binnenzellen verschiedenen Entwicklungsgrades erfüllt.

„ 3. Pollenkorn von *P. sylv.* frei von Binnenzellen. *e* Exine, *i* Intine *h* getheilte Hinterzelle, welche als rudimentäres Prothallium angesehen wird. Die grössere vordere (Antheridiumzelle) reichlich mit Stärkekörnchen versehen.

„ 4. Pollenkorn *(P. sylv.)* bereits mit Binnenzellen erfüllt, wo auch noch die Hinterzelle erkennbar ist.

„ 5. Pollenkorn *(P. sylv.)* mit zerfallendem Zellenkern.

„ 6. Pollenkorn *(P. sylv.)* von der Seite gesehen. Die Binnenzellen weit nach hinten gedrängt; *s* die Stelle, wo der Pollenschlauch hervortritt. In der Binnenzelle bloss feinkörniges Protoplasma, kein Zellenkern sichtbar.

„ 7. Pollenkorn von *A. excelsa* mit zwei Binnenzellen. Bei *b* der Zellenkern in mehrere Theilkörner zerfallen.

„ 8. Pollenkorn *(P. sylv.)* Beginnende Dehnung der grossen Zelle Pollenschlauchbildung. Austreten der Binnenzellen.

„ 9. Das Pollenkorn *(P. sylv.)* hat einen Schlauch gebildet.

„ 10. Die Exine abgestreift, *i* Intine, *h.* zwei Binnenzellen *(P. sylv.)*.

„ 11. Eine reife freigewordene Binnenzelle. Im Innern Zoosporenbildung sichtbar. In diesem Stadium beginnt die drehende Bewegung des Gesammtinhaltes.

„ 12. Freigewordene Binnenzelle mit hellem Zellenkern von Protoplasma umgeben.

Fig. 13. Die Zoosporen bei günstiger Beleuchtung mit dem Ocular Nr. 3. Objectiv F. Zeis wahrgenommen.
a von oben, *b* von der Seite.

„ 14. Pollenkorn (*P. sylv.*) mit vacuolisirtem Inhalte nach fünfwöchentlichem Verweilen im Wasser. Die Vacuolenräume von dem protoplasmatischen Inhalte zellenähnlich umgeben.

„ 15. *a* Pollenkorn (*P. sylv.*) mit einer dem Anscheine nach in Theilung begriffenen Binnenzelle (Saat am 29. Mai mit abfliegendem reifen Pollen).
b, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *j*, *k*, *l*, schicken sich die Zellen anscheinend zur Theilung an. Bei *k* zerfällt der Zellenkern. Grösse der Binnenzellen 0·024 Mm. (*k*).

„ 16. Beginnende Sprossung eines Pilzmiceliums an jener Stelle, wo sonst der Pollenschlauch zum Vorschein kommt.

„ 17. Eine helle farblose, mit kegelförmigen Erhabenheiten versehene Spore (Dauerspore?), welche häufig in der Pollensaat zu treffen ist. Optischer Durchschnitt. *e* warziges durchsichtiges exosporium *i*, entosporium mit Protoplasma erfüllt.

„ 18. Pollenkorn von *Taxus baccata* mit abgestreifter Exine erfüllt von Binnenzellen. Zwei Monate nach der Aussaat. Binnenzellen nur 0·006 Mm. bis 0·008 Mm. im Durchmesser.

„ 19. Pollenkörner von *Taxus baccata*, bald nach der Aussaat.

„ 20. Amoebenartige Protisten in der Aussaat des Pollenkorns von *Taxus baccata*.

„ 21. Freigewordene Binnenzellen. (*T. baccata.*)

„ 22. Vacuolisirter Inhalt der Pollenzelle von *Taxus baccata*.

„ 23. Pollenkorn von *Abies excelsa*, dicht mit Binnenzellen verschiedenen Entwicklungsgrades erfüllt. In Öl betrachtet. *m* zwei Zellen scheinen aus dem Innern mit Zurücklassung einer Hülle hervorgetreten zu sein.





SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVI. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

8.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.



XX. SITZUNG VOM 11. OCTOBER 1877.

Der Präsident begrüsst die Mitglieder der Classe bei ihrem Wiederzusammentritte und speciell das neu eingetretene wirkliche Mitglied Herrn Director Dr. Julius Hann.

Seine Excellenz der Herr Curator-Stellvertreter macht der Akademie mit h. Erlasse vom 10. September die Mittheilung, dass Seine kaiserliche Hoheit der durchlauchtigste Herr Erzherzog Karl Ludwig, von der A. h. Bestätigung Höchstdessen Wahl zum Ehrenmitgliede der Gesammt-Akademie in Kenntniss gesetzt, Seine Excellenz ersucht habe, die kaiserl. Akademie der Wissenschaften des besonderen Dankes für diese Wahl mit dem Beifügen zu versichern, dass das lebhafte Interesse, mit welchem Seine kaiserliche Hoheit wissenschaftliche Forschungen im Allgemeinen bisher begleitete, Höchstderselbe auch in Zukunft den bedeutenden Leistungen der Akademie zuwenden werde.

Der Secretär legt folgende Dankschreiben vor:

Von Herrn Director Dr. Jul. Hann für seine Wahl zum wirklichen Mitgliede;

von Herrn Milne Edwards in Paris für seine Wahl zum Ehrenmitgliede im Auslande;

von Sr. Excellenz dem kaiserl. russ. Staatsrath Herrn Dr. Friedr. v. Brandt in St. Petersburg für seine Wahl zum ausländischen correspondirenden Mitgliede;

von den Herren Professoren Dr. Julius Wiesner und Dr. Ernst Ludwig in Wien für ihre Wahl zu correspondirenden Mitgliedern im Inlande.

Ferner bringt der Secretär Dankschreiben zur Kenntniss von Herrn Prof. Friedrich Simony in Wien für die demselben neuerdings gewährte Subvention zur Durchführung seiner photo-

graphischen Aufnahmen im Dachsteingebiete und von Herrn Dr. M. Dietl in Innsbruck für die ihm bewilligte Subvention zur Durchführung seiner Untersuchungen des Anthropoden-Gehirns an der zoologischen Beobachtungsstation in Triest, endlich ein Dankschreiben des Vorstandes der grossherzogl. Sternwarte in Mannheim für die der Bibliothek derselben zugewendeten Separatabdrücke aus der II. Abtheilung der Sitzungsberichte dieser Classe.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt mit Note vom 14. September die von der Statthalterei in Oberösterreich eingesendeten graphischen Darstellungen der im Winter 1876/7 an der Donau zu Aschach und Linz beobachteten Eisverhältnisse mit dem Bemerken, dass in dieser Periode in Grein keine nennenswerthe Eisbildung stattgefunden hat.

Herr Ernst Marno in Wien übermittelt die Pflichtexemplare seines mit Unterstützung der kaiserl. Akademie herausgegebenen Werkes über die „Reise in der egyptischen Äquatorial-Provinz und in Kordofan in den Jahren 1874—1876.“

Das w. M. Herr Prof. Lang übergibt eine vorläufige Mittheilung in Betreff der Lage der optischen Elasticitätsaxen beim Gypse für die verschiedenen Farben.

Das c. M. Herr Vice-Dir. K. Fritsch übersendet eine Abhandlung für die Denkschriften, betitelt: „Jährliche Periode der Insekten-Fauna von Österreich-Ungarn. III. Die Hautflügler *Hymenoptera*“.

Das c. M. Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet eine Abhandlung: „Über die Beziehung zwischen dem zweiten Hauptsatze der mechanischen Wärmetheorie und der Wahrscheinlichkeitsrechnung, respective den Sätzen über das Wärmegleichgewicht.“

Herr Georg Kosak, Professor an der Landes-Oberreal- und Maschinenschule in Wiener-Neustadt, übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Das Cylindroid und seine Specialitäten“.

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Einfache Berechnung elliptischer Bögen“, von Herrn E. Seewald, Director der k. k. Lehrerbildungsanstalt in Leitmeritz.

2. „Über eruptive Sande“ und „Über den Flysch und die *Argille scagliose*“, beide Arbeiten von Herrn Th. Fuchs, Custos am k. k. Hof-Mineraliencabinet.
3. „Über gleiche Figuren an Curven, Kegeln und Flächen zweiten Grades, sowie gewissen von höherem Grade“ und eine zweite Arbeit, betitelt: „Ein Determinantensatz und seine Umkehrung“, beide Arbeiten ausgeführt von Herrn Dr. Ant. Puchta, Assistent an der k. k. deutschen Technik in Prag.
4. „Berechnung cylindrischer Gefässe unter verwickelten Verhältnissen“, von Herrn Carl Streicher in Wien.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben von Herrn Dr. Oswald Morawetz, wirkl. Lehrer an der k. k. Oberrealschule in Bielitz, behufs Wahrung der Priorität, und eine mit dem gleichen Ersuchen eingelangte offene Notification des Herrn Ettalp in Wien vor, welche den Titel führt: „Ein Beitrag zur Luftschiffahrtsfrage“.

Das c. M. Herr Prof. E. Weiss meldet, dass im Laufe des letzten Monates Nachrichten von zwei Kometenentdeckungen eingelaufen sind.

Die erste datirt vom 15. September aus Marseille, und zeigt an, dass Herr Coggia am 13. September einen Kometen in folgender Position gefunden habe:

1877 Sept. 13: $16^h 40^m$; mittl. Zt. Marseille
app. α ☄. $8^h 33^m$; app. δ ☄: $+48° 30'$.

Auf die telegraphische Verbreitung dieser Nachricht erfolgten Zusendungen von Positionen aus Pola, Mailand, Leipzig und Strassburg, welche, verbunden mit den in Wien erhaltenen Ortsbestimmungen, es Herrn Dr. J. Holetschek ermöglichten, eine Elementen- und Ephemeridenrechnung zu liefern, die im hier beigefügten Circular Nr. 26 veröffentlicht ist.

Die zweite Nachricht traf am 3. October ein, und zeigte die Entdeckung eines Kometen durch Herrn Tempel auf der Sternwarte Arcetri bei Florenz an. Sie lautete:

Kleiner heller Komet 2. October $9^h 24^m$ mittl. Zt. Arcetri,
app. α ☄: $357° 45'$ app. p. ☄ $100° 19'$
tägliche Bew.: $-70'$ $+63'$ Schweif.

Auch diese Nachricht wurde telegraphisch verbreitet, worauf zahlreiche Beobachtungen verschiedener Sternwarten einliefen, auf die gestützt die Herrn Dr. J. Holetschek und A. Palisa das im Circular Nr. 27 veröffentlichte und am 10. October ausgegebene Elementensystem sammt zugehöriger Ephemeride ableiteten.

Herr Regierungsrath Prof. Adolf Weiss aus Prag legt eine im k. k. pflanzenphysiologischen Institute daselbst ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. J. Kreuz vor „über die Entwicklung der Harzgänge einiger Coniferen."

Herr Prof. Sigm. Exner legt eine Abhandlung vor, welche den Titel führt: „Fortgesetzte Studien über die Endigungsweise des Geruchsnerven".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie, koninklijke van Wetenschappen: Verhandelingen. Afdeeling Natuurkunde. XVI. Deel. Amsterdam, 1876; 4⁰.
— Verslagen en Mededeelingen. Afdeeling Natuurkunde. Tweede reeks. X. Deel; Amsterdam, 1877; 8⁰.
— Jaarboek voor 1875. Amsterdam; 8⁰.
— Processen-verbaal van de gewone Vergadering der Afdeeling Natuurkunde. Van Mei 1875 tot et met April 1876. Amsterdam; 12⁰.
— Catalogus van de Boekerij Deel. III. St. 1. Amsterdam, 1876; 8⁰.
— der Wissenschaften, königl. Bayerische: Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe. XII. Band, II. und III. Abtheilung. München, 1876; 4⁰.
— Das Bayerische Präcisions-Nivellement. IV. Mittheilung, von Carl Max v. Bauernfeind. München, 1876; 4⁰. — Bestimmungen des geographischen Längenunterschiedes zwischen Leipzig und München durch die Professoren Dr. Carl v. Bauernfeind und Dr. Carl Bruhns und deren Assistenten Dr. H. Seeliger, L. Weinek und Dr. J. H. Franke. München, 1876; 4⁰. — Untersuchungen über die Convergenz und Divergenz der Fourier'schen Darstellungsformeln, von Paul du Bois-Reymond. München, 1876; 4⁰. — Über Coeloptychium, von Carl Alfred Zittel. München, 1876; 4⁰. — Klimatischer Charakter der pflanzen-

geographischen Regionen Hochasiens, von Hermann v. Schlagintweit-Sakünlünski. München, 1876; 4⁰. — Bericht über Anlage des Herbariums während der Reisen nebst Erläuterung der topographischen Angaben, von Hermann Schlagintweit-Sakünlünski. München, 1876; 4⁰.

Apotheker-Verein, allgem. österr: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XV. Jahrgang, Nr. 15—29. Wien, 1877; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV, Nrs. 3—13. Paris, 1877; 4⁰.

Gesellschaft der Künste und Wissenschaften, Provinciaal Utrechtsch: Verslag van het Verhandelde in de algemeene Vergadering gehouden den 29. Juni 1875 & den 20. Juni 1876. Utrecht, 1875—76; 8⁰. — Aanteekeningen van het Verhandelde in de Sectie — Vergaderingen 1875 & 1876. Utrecht, 1875/76; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVIII. Jahrgang. Nr. 29—40. Wien, 1877; 4⁰.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. II. Jahrgang. Nr. 29—40. Wien, 1877; 4⁰. — Zeitschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 7, 8, 9. Wien, 1877; 4⁰.

Louvain, Universität: Annuaire de l'Université catholique 1876. 40me année. Louvain; 12⁰. — Revue catholique. Nouvelle Série. Tome XV. 1re—6e Livraisons. Louvain, 1876; 8⁰. Tome XVI. 1re—6e Livraisons. Louvain, 1876; 8⁰. — Universitätsschriften. 1875—76; 12⁰.

Marno, Ernst: Reise in der egyptischen Äquatorial-Provinz und in Kordofan in den Jahren 1874—1876. Wien, 1878; 8⁰.

Nature. Nr. 403—414. Vol. XVI. London, 1877; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger.“ VIIe Année, 2e Série, Nr. 3—14. Paris, 1877; 4⁰.

Société des Sciences de Finlande: Observations météorologiques. Année 1874. Helsingfors, 1876; 8⁰.

— Öfversigt of Finska Wetenskaps-Societetens Förhandlingar. XVIII. 1875—76. Helsingfors, 1876; 8⁰. — Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk. Tjugonde, tjugondefemte & tjugondesjette Häftet. Helsingfors, 1876—77; 8⁰.

Société Hollandaise des Sciences à Harlem: Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tome XI. 4e & 5e Livraisons. Harlem, 1876; 8⁰. — Tome XII. 1re Livraison. Harlem, 1877; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang. Nr. 29—40. Wien, 1877; 4⁰.

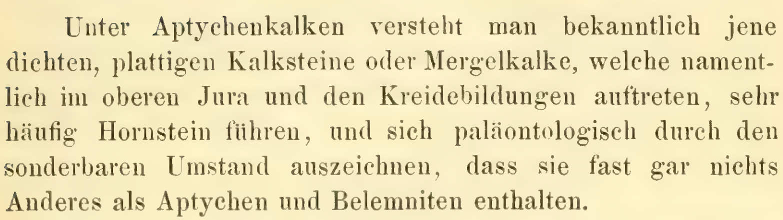
Zürich, Universität: Universitätsschriften 1876/77; 4⁰ u. 8⁰.



Über die Entstehung der Aptychenkalke.

Von **Theodor Fuchs,**
Custos am k. k. Hof-Mineralien-Cabinet.

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Juli 1877.)



Unter Aptychenkalken versteht man bekanntlich jene dichten, plattigen Kalksteine oder Mergelkalke, welche namentlich im oberen Jura und den Kreidebildungen auftreten, sehr häufig Hornstein führen, und sich paläontologisch durch den sonderbaren Umstand auszeichnen, dass sie fast gar nichts Anderes als Aptychen und Belemniten enthalten.

Da die Aptychen, wie gegenwärtig wohl Niemand mehr bezweifeln wird, innere Hartgebilde der Ammonitenthiere sind, musste es wohl sehr befremden, diese Körper in so grosser Menge in Schichten angehäuft zu finden, in denen man sonst keine Spur von Ammonitenschalen entdecken konnte.

Um diese auffallende Thatsache zu erklären, nahm man an, dass die Ammoniten, welche im Leben in der offenen See umhertrieben, nach ihrem Tode und nach der Verwesung des Thieres die schweren Aptychen in die Tiefe fallen liessen, während die leichten, luftgefüllten Gehäuse von den Wellen an das Ufer getrieben, in seichteren Stellen in den Strandsedimenten zur Ablagerung kamen.

Es lässt sich nun gewiss nicht leugnen, dass diese Anschauung auf den ersten Anblick sehr viel für sich zu haben scheint, indem sie namentlich das getrennte Auftreten von Ammonitenschalen und Aptychen in sehr ungezwungener Weise erklärt. Immerhin bleiben hier noch manche Punkte räthselhaft. Wenn sich nämlich aus der vorhergehenden Anschauung auch ergibt, warum mit den Aptychen nicht auch die dazu gehörigen Gehäuse vorkommen, so bleibt doch vollständig unverständlich, warum in diesen Schichten auch andere Organismen vor allen

Dingen die mit Arragonitschalen versehenen Gastropoden und Bivalven so vollständig fehlen, da diese Thiere doch gegenwärtig auch in grossen Tiefen überall in Menge angetroffen werden.

Noch bedenklicher wird die Sache, wenn man an die lithographischen Schiefer von Solenhofen denkt.

Die lithographischen Schiefer von Solenhofen stellen sich nämlich sowohl nach ihrer petrographischen Beschaffenheit, als nach dem häufigen Auftreten von Aptychen und dem vollständigen Fehlen aller arragonitschaligen Organismen als eine, den Aptychenschiefern vollständig analoge Bildung dar, während doch andererseits das häufige Vorkommen von Landreptilien, Pflanzen und Insecten den augenscheinlichsten Beweis liefert, dass diese Ablagerungen unmöglich Tiefseebildungen sein können, sondern im Gegentheile gewiss in sehr seichtem Wasser nahe der Küste abgelagert wurden.

Indem ich nun durch lange Zeit diesen Fragen meine Aufmerksamkeit zuwendete, setzte sich schliesslich in mir eine Anschauung fest, welche mir die vorliegenden Thatsachen in noch einfacherer und, wie ich glaube, vollständigerer Weise zu lösen scheint, als die bisher allgemein adoptirte.

Ich glaube nämlich Grund zu der Annahme zu haben, dass das isolirte Vorkommen der Aptychen überhaupt keine ursprüngliche Erscheinung, sondern nur eine secundär durch die chemische Auflösung des Ammonitengehäuses hervorgebrachte sei, indem in allen diesen Ablagerungen zur Zeit ihrer Bildung auflösende chemische Processe im Gang waren, durch welche alle Arragonitschalen und mithin auch die Perlmuttergehäuse der Ammoniten aufgelöst wurden und nur die aus Kalkspath bestehenden Aptychen im Verein mit Belemniten, Echinodermen, Krustaceen, Wirbelthieren, Insecten, Pflanzen und überhaupt allen jenen Vorkommnissen zurückblieben, welche der Wirkung auflösender Agentien bekanntermassen kräftigeren Widerstand entgegensetzen.

Mit dieser Anschauung stimmt nicht nur die bereits zu wiederholtenmalen erwähnte Erscheinung überein, dass in den Aptychen- und Solenhofner Schichten alle arragonitschaligen Organismen in so auffallender Weise fehlen, sondern auch die

Thatsache, dass in den letzteren neben den vollkommen isolirten Aptychen auch nicht selten solche gefunden werden, um welche herum man noch deutlich die Spur des Ammonitengehäuses erkennen kann. Diese Gehäuse erscheinen hier jedoch niemals in körperlicher Gestalt mit ihrer Skulptur, sondern immer nur in der Form eigenthümlich schattenhafter Umrisse. Von diesen schattenhaften Umrissen bis zum vollständigen Verschwinden ist aber offenbar nur noch mehr ein kleiner Schritt.

Es entsteht nun aber naturgemäss die Frage, ob uns denn auch sonst irgend welche Erscheinungen bekannt sind, welche uns zu der Annahme berechtigen, dass im Meere, noch unter Wasserbedeckung, während der im Gange befindlichen Sedimentbildung, Auflösungsprocesse in so ausgedehntem Massstabe stattfinden, und ob dieser Vorgang nicht bloss eine ganz willkürliche Fiction sei.

Ich glaube in der That, dass derartige Thatsachen vorliegen.

Die Untersuchungen der Challenger-Expedition haben nachgewiesen, dass in den sehr grossen Meerestiefen in ganz auffallender Weise der Kalkgehalt aus den Geweben der Meeresthiere schwinde, so dass hier sehr häufig Formen, welche sonst immer in ihrem Organismus Kalk ablagern, in vollkommen häutigem oder chitinösem Zustande gefunden würden, und es wurde diese Erscheinung von den Mitgliedern der Expedition auf eine besonders starke auflösende Wirkung zurückgeführt, welche das Meerwasser in grosser Tiefe unter dem daselbst vorhandenen ungeheuren Drucke auf die Kalkbestandtheile ausübe.

In ähnlicher Weise berichtet die Expedition zur Erforschung der deutschen Meere, dass man im östlichen Theile der Ostsee mit den Grundproben sehr häufig die Gehäuse von Mollusken erhielt, welche vollkommen weich und häutig ohne eine Spur von Kalkgehalt waren, wobei jedoch die äussere Form vollständig erhalten blieb und man demnach erkennen konnte, dass es dieselben Arten waren, welche an anderen Punkten der Ostsee mit Kalkschalen angetroffen werden.

In einem englischen Journale war vor mehreren Jahren eine Notiz enthalten, in welcher ein bekannter englischer Conchyologe die Beobachtung mittheilt, dass am Strande liegende Molluskenschalen von einer kleinen, parasitisch auf ihr wuchernden Spongie

ihres Kalkgehaltes beraubt und in eine gelatinöse Substanz überführt würden.[1]

Es gibt jedoch noch eine andere sehr häufig auftretende Erscheinung, welche den augenscheinlichsten Beweis liefert, dass auflösende Processe in neugebildeten Ablagerungen noch unter Wasserbedeckung sehr häufig vorkommen, und zwar ist dies das allbekannte und doch in seiner Eigenthümlichkeit so wenig gewürdigte Vorkommen der mit Skulptur versehenen Steinkerne.

Das Thatsächliche dieser, namentlich in Kalkschiefern und Mergeln, sehr verbreiteten Erscheinung besteht darin, dass, obgleich die Schalen der in dem Gestein eingeschlossenen Conchylien aufgelöst sind, man an ihrer Stelle doch keinen Hohlraum bemerkt, dass vielmehr die umschliessende Masse und der Steinkern in unmittelbarem Contacte stehen und letzterer sogar die Oberflächenskulptur des Conchyls besitzt.

Es ist klar, dass hier das Gehäuse des Conchyls aufgelöst wurde, als das umschliessende Sediment noch weich und nachgiebig war, denn nur so lässt sich begreifen, dass der durch das Verschwinden der Schale entstandene Hohlraum durch das Nachrücken des umgebenden Materiales ausgefüllt wurde, anderseits musste aber das Material auch wieder bereits eine gewisse Steifheit erlangt haben, da sonst der ursprünglich nur in der umgebenden Masse vorhandene Abdruck der Skulptur unmöglich für den Steinkern als Negativ hätte dienen können. Stellt man sich nun einen Augenblick vor, dass die Auflösung der Schalen erfolgte, als das umschliessende Material sich noch in einem vollständig breiartigen Zustande befand, so ist es klar, dass unter Umständen Steinkern und Matrix vollkommen mit einander verfliessen und schliesslich jede Spur eines vorhanden gewesenen Conchyls verschwinden muss.

Letzterer Fall ist nun meiner Ansicht nach bei den Aptychenkalken factisch eingetreten und es erklärt sich nun auch daraus, warum die Aptychenkalke fast immer in so augenscheinlicher Weise den Eindruck eines erstarrten Breies machen, in dem

---

[1] Es ist mir trotz tagelangen Suchens leider unmöglich gewesen, die betreffende Notiz wieder aufzufinden.

sämmtliche leichter auflöslichen Organismen verschwunden und nur die widerstandsfähigen Reste, namentlich Aptychen und Belemniten zurückgeblieben sind.

Ich habe vor Kurzem in einer, in den Sitzungsberichten der Akademie veröffentlichten Arbeit die Anschauung zu begründen gesucht, dass der Flysch aus Materialien aufgebaut sei, welche beiläufig nach Art der Schlammvulkane, durch eruptive Vorgänge aus dem Innern der Erde heraufgeschafft wurden und die grosse Armuth des Flysches an thierischen Resten damit erklärt, dass die mit fremden Stoffen imprägnirten Schlammmassen der Ansiedlung von Thieren hinderlich waren.

Wenn ich nun auch daran festhalte, dass dieser Umstand allerdings von massgebendem Einfluss war, so möchte ich gegenwärtig doch glauben, dass hiebei noch ein zweiter wesentlicher Factor mit ins Spiel kam und zwar finde ich denselben in den auflösenden Wirkungen der mit verschiedenen Gasen imprägnirten Schlammmassen, durch welche auch die etwa hineingerathenen Thierreste zerstört wurden, und zwar um so allgemeiner, je leichter löslich sie waren.

Es würde dies sehr gut mit der Thatsache stimmen, dass die Fossilien, welche hie und da im Flysche gefunden werden, fast immer in sehr schlechter Erhaltung und in einem eigenthümlich schalenlosen, schattenhaften Zustande gefunden werden, wie dies namentlich von den zahlreichen Ammoniten gilt, die im Museum zu Florenz aus dem toskanischen Flysch aufbewahrt werden.

Ebenso möchte ich auch auf den eigenthümlichen und bisher, so viel ich weiss, noch vollständig unerklärten Erhaltungszustand hinweisen, welchen die Fische der Matterschiefer zeigen, welche ja ebenfalls der Flyschformation zugezählt werden. Wenn man nämlich diese Schieferplatten in die Hand nimmt, so ist man erstaunt zu finden, dass das eigentliche Skelett des Fisches vollständig verschwunden und auf beiden Platten nur der Abdruck des Skelettes vorhanden ist, überdies ist dieser Abdruck niemals scharf, sondern eigenthümlich verflossen, als wäre er in einer noch zu weichen Masse gemacht worden, die dann wieder theilweise zusammengeronnen sei.

Genau dieselbe Erhaltung zeigen übrigens auch die Asteroiden in dem Dachschiefer der rheinischen Grauwacke und ebenso muss man auch die ganz aus Sandstein bestehenden Gestalten des *Uraster lumbricalis*, wie derselbe so häufig auf den zum Infralias gehörigen Sandsteinplatten von Coburg vorkommt, in denselben Kreis von Erscheinungen rechnen, denn auch hier muss ja der ganze Seestern zu einer Zeit aufgelöst worden sein, als die ganze umgebende Masse noch weich war, da er sich sonst unmöglich hätte abformen können.

Die Lichtlinie in den Prismenzellen der Samenschalen.

Von Prof. Dr. **R. Junowicz.**

(Mit 2 Tafeln.)

(Ausgeführt im k. k. pflanzenphysiologischen Institute in Prag.)

(**Vorgelegt in der Sitzung am 12. Juli 1877.**)

Ich wurde zu den nachfolgenden Untersuchungen von Prof. Dr. A. Weiss angeregt, dessen Institut in Prag zu besuchen mir durch die Liberalität des k. k. Unterrichtsministeriums ermöglicht wurde. Für die im Verlaufe der Arbeit an Materiale, sowie durch Rath und unermüdliche Belehrung gewordene Hilfe sage ich dem genannten Professor meinen ehrfurchtsvollsten und aufrichtigsten Dank.

Seit Mettenius,[1] der auf eine ziemlich interessante Erscheinung an den Prismenzellen in den Fruchtschalen von *Marsilia* aufmerksam machte, hatten verschiedene Autoren an ähnlich geformten Zellen, sowohl der Frucht- als auch der Samenschalen eine stark lichtbrechende Partie, Lichtlinie genannt, theilweise nur erwähnt, theilweise aber auch dieselbe zu erklären versucht. — Vor Allem gebührt Schleiden und Vogel[2] (schon im Jahre 1838) das Verdienst, diese Lichtlinie, wenn auch nicht näher erklärt, so doch richtig an den Samenschalen der *Papilionaceen* abgebildet zu haben.

Ich will zunächst die verschiedenen Angaben und Erklärungsweisen der Autoren kurz wiedergeben und zugleich auf die Unrichtigkeiten, die mit den Thatsachen nicht übereinstimmen, aufmerksam machen.

Mettenius gibt an, ohne sich speciell weiter einzulassen, dass die Lichtlinie von Tüpfelcanälen herrühre, die in sämmt-

---

[1] Beiträge zur Kenntniss der *Rhizocarpeen*. 1846, pag. 26.

[2] Über das Albumen, insbesondere der *Leguminosen*, aus Nova acta der Leop.-Car. Akademie, Vol XIX, pars II, Taf. XLIII, Fig. 55, 58; Taf. XLV, Fig. 77, besonders Fig. 80.

lichen Zellen derselben Schicht correspondiren; Tozzetti[1] bildet sie an der Samenschale bei *Vicia polyantha* ab und — nachdem er die Bemerkungen Schleiden's angeführt und hervorgehoben hatte, dass bis jetzt noch Niemand eine glaubwürdige Erklärung der Thatsachen gegeben habe, — äusserte er seine Ansicht darüber, ohne sie indess durch experimentelle Untersuchungen zu begründen, dahin, dass, „da die Erweiterung des Zelllumens in allen Zellen bei derselben Höhe beginnt, und der faserige Theil von dem homogenen sich genau auf derselben Ebene in allen Zellen abgrenzt, das Licht in dem unteren dünnwandigen und in kleine Fasern und Zacken getrennten Theile der Zellwand schwächer gebrochen werde, als in dem oberen, dickwandigen und homogenen."

Hanstein[2] kommt zweimal auf die Lichtlinie zu sprechen und, nachdem er in seiner ersten Abhandlung die Prismenzellen als an der Lichtlinie aus zwei Zelllagen bestehend annimmt und als Ursache derselben die Querwände betrachtet, führt er in seiner zweiten[3] einen anderen Erklärungsgrund für die Lichtlinie an, die dahin geht, dass an derselben Stelle bei allen Zellen gleichförmig ein perforirter Discus von starkem Lichtbrechungsvermögen die Verdickungsschichten quer durchsetze.

Wichtig erscheint mir die Thatsache, dass nach ihm durch das Schultz'sche Macerationsverfahren die Prismenzellen an der Stelle der hellen Linie zerfallen, was jedenfalls nicht darauf hindeutet, dass die Zellen dort durch eine früh auftretende Scheidewand getheilt seien, sondern dass die Verdickung der Zellwand ungleichmässig und gerade an dieser Stelle eine geringere sei als anderswo, desshalb auch die Zellwand da eben eher angegriffen werde als an anderen Stellen.

Nach Russow[4] ist das Lumen der Prismenzellen verschiedener *Marsilia*-Arten nicht überall gleich weit, sondern

---

[1] Saggio di studi intorno al guscio dei semi. Torino 1854, pag. 46 und Taf. IV, Fig. 29.

[2] Monatsbericht der Berliner Academie, 1862, pag. 109, Anmerk. 2.

[3] *Pillulariae globuliferae* generatio cum *Marsilia comparata.* 1866.

[4] Vergleichende Untersuchungen über die Leitbündel-Kryptogamen etc. St. Petersburg 1872, pag. 32.

mehrfach eingeschnürt und erweitert; es finden sich ferner bei den meisten Arten zwischen den bis auf die Enden vollkommen verdickten Zellen solche versprengt, die dicht über und unter der hellen Linie ein kugeliges Residuum des Lumens erkennen lassen. Besonders wichtig scheint mir jedoch die Bemerkung zu sein, dass „bei einigen *Marsilia*-Arten die stark verdickte Membran der Prismenzellen in sehr zahlreiche scharf markirte Schichten differenzirt sei, die an der Stelle der hellen Linie eine geringe Einbiegung erleiden, sich aber continuirlich durch die ganze Länge der Zellen verfolgen lassen“.

Russow kommt nun, nachdem er die Entwicklungsgeschichte dieser Zellen, das Verhalten gegen chemische Reagentien und gegen das polarisirte Licht zu Hilfe nimmt, zu dem Resultate, dass eine Verschiedenheit in der Molecularzusammensetzung der Zellmembran eine Differenzirung derselben in ungleich grosse Querzonen von verschiedener Dichtigkeit (verschiedenem Wassergehalt) Ursache des Auftretens der Lichtlinie sei. „Wahrscheinlich — bemerkt er weiter — ist die Substanz der Membran an der Stelle der Lichtlinie dichter, wasserärmer.“

Russow[1] constatirt auch die Identität der Lichtlinie in den Prismenzellen der Fruchtschale bei *Marsilia*-Arten mit den der Samenschalen bei den *Papilionaceen*, *Mimoseen* und *Cannaceen*.

Sempołowski[2] glaubt noch als Ursache der Lichtlinie eine chemische Modification der Zellwand an der Stelle der Lichtlinie annehmen zu müssen, und begründet dies damit, dass die Epidermiszellen bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure blau gefärbt erscheinen mit Ausnahme der Stelle der Lichtlinie, die sich gelb färbe, — gegen die Einwirkung der Schwefelsäure resistenter sei und endlich — dass die Lichtlinie nach längerem Kochen in Kalilauge verschwinde.

Lohde,[3] der die Lichtlinie auch in den Prismenzellen der Samenschalen bei den *Convolvulaceen* und *Malvaceen* beob-

---

[1] l. c. pag. 35 und 36.

[2] Beitrag zur Kenntniss des Baues der Samenschalen. Leipzig 1874, pag. 11.

[3] Über die Entwicklungsgeschichte und den Bau einiger Samenschalen. Naumburg A. S, 1874, pag. 32.

achtete, geht in seiner Erklärung noch weiter, indem er die Ursache derselben bestimmt in der Cuticularisirung von Membrantheilchen zu finden glaubt. Bei einigen *Malvaceen* will er nicht nur feine Theilchen an der Stelle der Lichtlinie, sondern auch die unteren Theile der Prismenzellen cuticularisirt wissen. Ich werde die Unrichtigkeiten der beiden letzterwähnten Anschauungen im weiteren Verlaufe meiner Arbeit nachzuweisen versuchen.

Haberlandt[1] begnügt sich mit der Russow'schen Erklärungsweise, ohne weitere Beweismittel vorzuführen.

Die Lichtlinie tritt also nach dem bis nun Gesagten in den gleichförmig gebauten Prismenzellen sowohl der Frucht- als auch der Samenschalen auf, und wurde beobachtet in den oberen Prismenzellen des inneren Gewebes der Fruchtschalen bei *Marsilia*, in den Epidermiszellen der Samenschalen bei den *Papilionaceen*, *Musaceen* und *Cannaceen*, ferner in den unter der Epidermis gelegenen Prismenzellen bei den *Convolvulaceen* und *Malvaceen*. Ich fand sie auch in der ziemlich nach innen gelegenen Prismenschicht der *Cucurbitaceen* (*Lupa acutangula*) und *Labiaten* (*Lallemantia peltata*) und zweifle nicht, dass sie noch in vielen anderen Fällen vorkommt, wo nur der anatomische Bau der Zellen ein ähnlicher ist, wie in den vorher angeführten Zellformen.

Die Lichtlinie erscheint als eine stark lichtbrechende, durch die ganze Zellschicht gleichförmig sich hinziehende Partie, die je nachdem entweder nach aussen rückt oder mehr weniger gegen die Mitte der Zellen sich senkt, beiderseits begrenzt ist von einer schwach lichtbrechenden, also dunkleren Linie; sie ist häufig nicht stabil, sondern je nach dem Einstellen des Mikroskopes senkt oder hebt sie sich. Auch findet man in denselben Prismenzellen nicht immer nur eine einzige Lichtlinie, sondern oft zwei selbst drei solcher Linien, so z. B. in den Prismenzellen der Fruchtschale bei *Marsilia uncinata*.[2] Eine doppelte Lichtlinie

---

[1] Über die Entwicklungsgeschichte und den Bau der Samenschalen bei der Gattung *Phaseolus*. Separatabdruck aus den Sitzungsber. der kais. Akad. der Wiss. Wien, 1877, Bd. LXXV, I. Abth., Jänn.-Heft, pag. 6.

[2] Russow, l. c. pag. 33, Taf. IV, Fig. 54.

fand ich in den Prismenzellen von *Lupinus varius* (Fig. 10), *Hibiscus syriacus* (Fig. 25, 26), *Hibiscus Trionum,*[1] *Luffa acutangula* (Fig. 23), *Lallemantia peltata* (Fig. 28).

Von besonderem Interesse ist die Erscheinung, dass die Lichtlinie in den mit Spaltöffnungen versehenen Frucht- und Samenschalen bei *Marsilia* und *Canna*[2] (Fig. 21) gegen die Schliesszellen hin nach Aussen umbiegt, und sich daselbst verliert. Ich fand dasselbe auch in den Samenschalen der *Acacia* - Arten (Fig. 22), nur mit dem Unterschiede, dass hier wohl eine Öffnung, ein längerer Gang vorhanden ist mit einem ausgeprägten morphologischen Charakter, nicht aber als Spaltöffnung im gewöhnlichen Sinne zu nehmen sei. Ich werde übrigens nächstens Gelegenheit haben, mich darüber näher auszusprechen, vorläufig wollte ich auf die Gleichartigkeit im Verhalten der Lichtlinie bei *Acacia*-Arten mit dem bei *Marsilia* und *Canna* hinweisen.

Untersucht man den Bau der angeführten Zellen während ihrer Entwicklung genauer, so findet man, dass die Zellwände sich nicht gleichförmig verdicken. Es entstehen in dem Lumen dieser Zellen verschiedenartige Vorsprünge, Wülste, Scheiden, überhaupt Zellwandwucherungen nach innen derart, dass das Lumen solcher Zellen nicht gleichmässig, sondern nach bestimmten Richtungen und in bestimmten Zonen sich verengt. In der Entwicklung der Prismenzellen bei *Marsilia* fand Russow,[3] dass sich an der Stelle der Lichtlinie die Zellwand deutlich nach Innen verdickt, also einen gewissen Vorsprung erhält; ferner, dass bei weiterer Verdickung die Zellwand an beiden Seiten dieses Wulstes ziemlich dünn bleibt, während die übrige Zellwand mehr oder weniger gleichmässig zunimmt so, dass man an der Stelle der Lichtlinie schon ein älteres Stadium der Zellwandverdickung in Form eines in das Zelllumen hineinragenden Zackens vorfindet, während der übrige Theil der Zellwand noch immer in rascher Verdickung sich befindet. Es muss selbstverständlich schon in dieser Zeit die Stelle der Lichtlinie markirt erscheinen, indem die Zellhautwucherung einen stark

---

[1] Londe, l. c. pag. 37.

[2] Russow, l. c. pag. 36.

[3] l. c. pag. 34. ff. Taf. IV, Fig. 36, 39, 35, 40.

lichtbrechenden Wulst bildet, umgeben von einer dünneren Partie, die minder lichtbrechend ist, also dunkel erscheint, während der übrige Theil der Zellwand die gewöhnliche Lichtstärke besitzt.

Eine ähnliche Zellhautverdickung beobachtete ich auch während der Entwickelung der Prismenzellen in der Samenschale bei *Orobus vernus*. Die jugendlichen mit dichtem, körnigem Protoplasma erfüllten Epidermiszellen des äusseren Samenknospen-Integumentes nehmen nach der Befruchtung der Samenknospe in radialer Richtung bedeutend an Länge zu. Es treten immer mehr Vacuolen auf und lassen den in der Mitte stehenden Zellkern deutlich erkennen. Während dieser Zeit sind noch die Zellen in reger Radialstellung begriffen (Fig. 1). Nun wird der Zellkern wandständig und die Zellwand fängt an sich zu verdicken, jedoch vor allem in der Art, dass sich von der äusseren also an die Cuticula angrenzenden Wand Zacken bilden (Fig. 2), die in das Lumen der Zelle lange vor der Verdickung der übrigen Zellwand hineinragen. Es erlangt schon zu dieser Zeit die Zellwand eine solche Mächtigkeit, dass sie deutlich geschichtet erscheint. Hält man sich die allgemein bekannte und nachgewiesene Thatsache vor Augen, dass die innerste Schicht stets die wasserärmste ist, und als solche auch das Licht am stärksten bricht, so werden die Endigungen dieser Zacken nach Innen als einzelne in das Zelllumen hineinragende, helle Punkte erscheinen, und bei etwas schwächerer Vergrösserung oder bei einem nicht genug dünnen Schnitte eine schmale, ununterbrochene Lichtlinie als Gesammtresultirende dieser Lichtlinie bilden. Damit wird aber auch die begleitende Erscheinung leicht verständlich erklärt, dass diese Lichtlinie nach Aussen von einem dunklen Streifen begrenzt ist. Denn so wie die wasserarmen Schichten stark lichtbrechend sind, so werden die nach dem Inneren der Zellwand gelagerten, wasserreichen Schichten als das Licht schwach brechend dunkler erscheinen und sich zu einem Schattenstreifen summiren, wodurch die stark lichtbrechende Schicht in ihrer Wirkung um so deutlicher hervorgehoben wird.

Schematische Zeichnungen dürften diese Verhältnisse näher erklären. Diese von Aussen nach Innen hineinragenden, kegel-

förmigen Zacken werden in ihrer äussersten, inneren Begrenzung von einer hier besonders mächtigen, wasserarmen, also stark lichtbrechenden Schicht bekleidet; da sie jedoch eine gleiche Länge und gleiche Lage besitzen, so summiren sich all die wasserarmen Schichten dieser Zacken zu einer einheitlichen, stark lichtbrechenden, gleichmässig sich ziehenden Linie, der Lichtlinie (Fig. 7, *l*). Darauf folgt selbstverständlich die wasserreiche, schwach lichtbrechende Schicht, ein dunkler Streifen, der nach oben die Lichtlinie abgrenzt (Fig. 7, *d*); der übrige Theil der Zellmembran wird durch die mehr oder weniger regelmässige Wechsellagerung der beiden Schichten die gewöhnliche Lichtstärke besitzen; man kann ihn daher als indifferenten Theil der Zellhaut bezeichnen (Fig. 7, *i*). Der untere, dunkle Streifen, oder die innere schattirte Begrenzung der Lichtlinie rührt von dem nach innen geworfenen Schatten der regelmässigen Zacken her.

Bekanntlich verändert die Lichtlinie ihre Stellung derart, dass beim Senken und Heben des Tubus die lichte Linie entweder mehr nach Aussen oder nach Innen rückt. Auch dies erklärt sich aus der einfachen Betrachtung der eben geschilderten Verhältnisse. Bei der normalen Flächenansicht (Fig. 8 *x*) werden die besprochenen Erscheinungen eintreten; man sieht die Lichtlinie begrenzt von den beiden Schattenlinien nach Aussen und nach Innen übergehend in den indifferenten Theil der Zellhaut (Fig. 8, *a b*, *a d* und *i*, oder Fig. 9, *a*). Senkt man den Tubus und bringt das Bild in die Lage *y* der Fig. 8, so rücken alle erwähnten Streifen nach aussen (Fig. 8, *a*, *l*, *a*, *e* und *i* oder in Fig. 9, *a*).

Die Beobachtung der reifen Testa rechtfertigt die eben entwickelte Erklärungsweise der Lichtlinie bis in das kleinste Detail. Zur richtigen Orientirung muss man sich unbedingt sowohl die Längs-, als auch die Tangentialschnitte, geführt in verschiedenen Höhen der Prismenzellen vor Augen halten. Nach Innen ist die Zellwand im Längsschnitt (Fig. 3) ziemlich dünn, das Lumen erweitert sich bedeutend, gegen die Mitte hin nimmt die Zellwand an Dicke zu, das Lumen wird enger und ein Tangentialschnitt durch diese Partie weist eine ziemlich dicke, gleichmässig aus concentrischen Schichten zusammengesetzte

Zellwand auf (Fig 4). In dem äussersten Drittel dieser Zellen sieht man Längsspalten der Zellhaut, die gleich Zapfen in das Zelllumen hineinzuragen scheinen; sie sind auch wirklich spitzen Kegeln täuschend ähnlich, die frei von Aussen nach Innen in den Zellraum herabhängen. Ein Tangentialschnitt durch diese Partie (Fig. 5) belehrt uns jedoch eines Anderen. Es sind nämlich spaltenförmige Porencanäle, die von der Mitte nach Aussen immer tiefer in die Zellwand eindringen und daher das Bild dieser scheinbaren, kegelförmigen, in das Zelllumen gleichsam hineinragenden Vorsprünge verursachen. Nun folgt die äusserste Partie, d. i. die der Lichtlinie. Gleich einem stark lichtbrechenden aus einer homogenen Schicht bestehenden Bande durchzieht sie die Prismenzellen stets in gleicher Höhe; berücksichtigt man jedoch den Tangentialschnitt (Fig. 6) dieser Partie, so sieht man augenblicklich die bei der Entwickelung der Zellen schon angegebenen, von aussen nach dem Zellraume sich erstreckenden Zellwandwucherungen, die in der Form ziemlich unregelmässig an der zusammenhaltenden *Cuticula* zurückgeblieben sind. Einen ähnlichen Bau findet man noch in den Prismenzellen der Samenschalen vieler *Papilionaceen.*

Der anatomische Bau der Prismenzellen in der Samenschale von *Lupinus varius* ist für die Untersuchung dieser Verhältnisse in jeder Beziehung sehr belehrend. Die Prismenzellen sind an der flachen Seite der Samenschale nach aussen stielförmig verlängert und in Bündel von 20 und mehr solcher Zellen vereinigt. Das Gesammtbild dieser Bündel wäre zu vergleichen mit einer zusammengesetzten mit einem ziemlich langen Halse versehenen Flasche. Da sie mit ihren allmälig verengten, stielförmigen Theilen nach Aussen hin frei herausragen, so bilden sie dazwischen Vertiefungen oder Grübchen gerade so, wie wenn man polygonale an aneinander mehr oder weniger eng schliessende Zellen zusammenstellen würde (Fig. 10). Über diese Zellgruppen ist die *Cuticula* ausgespannt, die jedoch an vielen Stellen der ungemein starken Spannung nicht widerstehen konnte und desshalb in herabhängenden, unregelmässig auseinander gezerrten Lappen zurückgeblieben ist. Diese Grübchen sind an der Samenschale schon mit freiem Auge deutlich unterscheidbar. Eine isolirte Zelle (Fig. 11) besteht aus drei durch Structur-

und Form verschiedenen Regionen, von welchen die beiden unteren *c* und *b* gleich lang, die obere *a* jedoch in einen dünnen Stiel verlängert erscheint. An der aus dem Querschnitte der Samenschale isolirten Zelle erscheint das Lumen an der unteren Partie (*c*) nach oben zu bedeutend verschmälert; ferner ist die ganze Zellwand, wie Tangentialschnitte (Fig. 15) besonders deutlich zeigen, durchbrochen von unregelmässig hin- und hergewundenen Porengängen und Canälen, daher auch die Schattirung dieser Partie. Hier sei noch erwähnt, dass die an die sogenannten Säulenzellen angrenzende Zellwandpartie zum Unterschiede von der dunklen eben erwähnten ziemlich stark lichtbrechend ist, was ich um so mehr hervorhebe, als ich da wieder den anatomischen Bau der Zellwand mit dieser Lichterscheinung in einen gewissen Zusammenhang bringe. Die innere Zellwand wird sich nämlich auch hier nicht gleichmässig verdicken, sondern nach Innen kegelförmige Auswüchse bilden, die sämmtlich nach Innen mit einer wasserarmen, stark lichtbrechenden Schicht bekleidet sind; ausserdem differiren sie nur sehr wenig von einander in der Höhe; sie sollten also jedenfalls, wenn auch nicht eine mächtigere, da diese Kegel ziemlich niedrig und stumpf sind, so doch eine schmale, etwas unregelmässige, also zum Theile unterbrochene Lichtlinie darstellen, wie es auch in der That der Fall ist.

Die mittlere Partie (Fig. 11, *b*) zeigt im Längsschnitte ausser dem schmalen mittleren Lumen noch seitliche Streifen. Aus der Untersuchung des Tangentialschnittes (Fig. 14) erklären sich diese Streifen als leistenförmige Porencanäle; der anatomische Bau dieser Zellhautregion ist demnach ganz verschieden von dem der unteren (*c*); an der Begrenzungsstelle werden also in das Lumen Zellwandleisten bekleidet von innerer, wasserarmer, folglich stark lichtbrechender Schicht hineinragen; in Folge dessen muss auch hier eine, wenn auch nur schmale Lichtlinie auftreten, was auch wirklich eintrifft. Wir können folglich bis jetzt an dieser Zelle zwei stark lichtbrechende Streifen unterscheiden, nämlich einen an der innersten an die Säulenzellen anstossenden Zellwand, den anderen an der Grenze zwischen den beschriebenen Zellregionen (*c* und *b*).

Der äussere, stielförmige Theil (Fig. 11, *a*) hat ein verschwindend kleines Lumen (Fig. 12). Eigenthümlich stellt sich der Tangentialschnitt derselben Zelle an der Übergangsstelle (zwischen *b* und *a*) vor, dort also, wo sich die Zelle in den Stiel verschmälert. Die Wucherung der inneren Zellwand ist derart, dass die Schichtenkegel gleichsam eingeschoben sind (Fig. 13), und daher die wasserarme Partie hier als completer Kegel und von der wasserreichen vollkommen gesondert erscheint; es gewinnt der Tangentialschnitt ganz das Aussehen, als wenn eine Zelle in der anderen eingelagert wäre. Wenn man nun die Art der Zellwandverdickung der mittleren Partie (*b*) vergleicht mit der stielförmigen (*a*), so ist man genöthigt, an der Übergangsstelle ziemlich starke, gegen einander umbiegende Leisten von wasserarmen, stark lichtbrechenden Schichten anzunehmen. Jedenfalls sollte hier eine verhältnissmässig sehr breite Lichtlinie erscheinen, was durch die Thatsache vollkommen bestätigt wird.

Wir können demnach an den Prismenzellen der Samenschalen von *Lupinus varius* sogar drei Lichtlinien unterscheiden: eine oberste (Fig. 11, L) mächtige, eine mittlere (Fig. 11, $L_{,}$) etwa halb so breite und endlich eine untere (Fig. 11, $L_{,,}$) sehr schmale und theilweise unterbrochen.

Bei der an speciellen Beispielen soeben durchgeführten Behauptung, dass die Lichtlinie sowohl von der Molecularzusammensetzung, als auch vom anatomischen Bau der Zelle und der Art der Zellwandverdickung abhängig ist, drängt sich einem unwillkürlich die Frage auf, wie sich denn die Lichtlinie bei Anwendung solcher Reagentien, die einerseits auf die Molecularzusammensetzung, andererseits auf den anatomischen Bau der Zellwand verändernd einwirken, verhält, und ob denn die daraus gefolgerten Schlüsse eine Bestätigung dieser Ansicht gewähren. Vor Allem wird es sich also um die Einwirkung solcher Reagentien handeln, die im Stande sind, auf die Molecularzusammensetzung verändernd zu wirken, und da sind, zunächst solche anzuwenden, die entweder wasserentziehend oder wasserzuführend sind, somit die wasserreichen Schichten in wasserarme oder umgekehrt, die wasserarmen in wasserreiche umzuwandeln vermögen.

Zu der ersten Kategorie gehört Alkohol. Lässt man einen frischen Schnitt längere Zeit in reinem Alkohol liegen und beobachtet ihn, ohne Wasser hinzuzusetzen, unter dem Mikroskope, so schwindet allmälig die Lichtlinie, bis das Lichtbrechungsvermögen in beiden äusseren Regionen der Prismenzelle (Fig. 11 a und *b*) sich ausgeglichen hatte. Der wasserarmen Schichte wird nämlich durch Alkohol nach und nach Wasser entzogen, sie wird wasserärmer, folglich auch stärker lichtbrechend. Schon dieser Umstand ist geeignet, den Effect der Lichtlinie bedeutend abzuschwächen. Dazu kommt noch der Wasserverlust in dem indifferenten Theile der Zellwand und mit der allgemeinen Zunahme der Lichtstärke gleicht sich nach und nach die Differenz bis zum gänzlichen Verschwinden der Lichtlinie aus. Setzt man allmälig Wasser hinzu, so treten auch in demselben Masse die Lichtlinien und zugleich die Contouren, dunkle begrenzende Randstreifen mit voller Deutlichkeit hervor. — Legt man einen dünnen Schnitt in einen kleinen Tropfen Wasser ein und setzt allmälig geringe Mengen Schwefelsäure hinzu, so bemerkt man ganz so wie bei Behandlung mit Alkohol zunächst eine Aufhellung beider Theile *a* und *b* in Fig. 11, die dunklen Linien werden immer lichter, die Lichtlinie wird der Quere nach in einzelne Streifen aufgelöst, endlich sind beide Theile *a* und *b* gleich lichtbrechend — die Lichtlinie verschwindet. Kurze Zeit nachher fängt die Auflösung der Zellwände, die vor Allem den stielförmigen Theil angreift und so von Aussen nach Innen weiter fortschreitet, und während ein Theil der mittleren Partie *b* schon im grossen Ganzen resorbirt ist, leisten noch immer einzelne Theile derselben der auflösenden Kraft der Säure Widerstand und ragen gleich spitzen Kegeln hervor. Am längsten widersteht die untere Partie, was wohl auf Rechnung der zahlreichen, wasserarmen, hier überdies in einander verschlungenen Schichten zu setzen ist.

Die zweite Art der Reaction auf die Molecularconstitution besteht in Wasserzufuhr. Ich hatte Schnitte im Wasser bis zur vollständigen Isolirung der Zellen liegen, und obwohl ich einerseits behaupten muss, dass der Effect der Lichtlinie dabei viel eingebüsst hatte, war doch der Erfolg im Allgemeinen keineswegs entsprechend dem entgegengesetzten, was darauf schliessen lässt, dass die Molecüle der wasserreichen Schichten ihre Wasser-

zonen bei weitem schneller verkleinern, d. h. Wasser schneller abgeben, als die wasserarmen sich mit verstärkten Wasserzonen umgeben.

Bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure färbt sich zunächst in Fig. 11 die innere Partie (*c*) blau; erst allmälig tritt die Bläuung in der äusseren Partie (*a*) ein, während noch die mittlere (*b*) von Jod gelb gefärbt bleibt. Erst nachdem der untere Theil (*c*) intensiv, der obere (*a*) schwach blau gefärbt wurde, fängt die Reaction auf Zellstoff auch in der mittleren Partie (*b*) an; dies lässt sich auf das zwischen den leistenförmigen Porencanälen vorhandene, eingetrocknete Protoplasma zurückführen; die Gelbfärbung weicht schliesslich der vorwiegenden, fortschreitenden Cellulose-Reaction. Übrigens erstreckt sich diese Bemerkung keineswegs auf die Lichtlinie, denn es ist eben der zwischen den beiden Lichtlinien gelegene Theil, der der Bläuung so lange widersteht. Eine Cuticularisirung der Lichtlinie, wie Sempołowski[1] angenommen, und Lohde[2] sogar bewiesen zu haben glaubt, konnte ich trotz wiederholter Versuche nicht bemerken, im Gegentheile, die breite obere Lichtlinie wurde gleichzeitig mit der oberen anliegenden Zellregion (*a*), wenn auch schwächer, aber doch rein blau gefärbt, was wohl auf das starke Lichtbrechungsvermögen dieser Stelle und keineswegs auf eine chemische Veränderung derselben hinweist. Wenn überhaupt eine Cuticularisirung als Ursache der Lichtlinie gelten sollte, so müsste unbedingt bei dieser Breite derselben die Reaction eine jeden Zweifel ausschliessende sein, was jedoch nicht der Fall ist. Den schlagendsten Beweis gegen eine Cuticularisirung der Stelle der Lichtlinie bieten die Tangentialschnitte; die müssten unter jeder Bedingung aus der Lichtregion entnommen auf eine deutliche Cuticularisirung reagiren. Bei einer geringen Mächtigkeit der Lichtlinie könnte wohl eingewendet werden, dass ein solcher Schnitt ausser der Lichtlinienstelle auch noch die darunter oder darüber liegende Zellwandpartie enthalten könne und desshalb könnte die Cuticula-Reaction keineswegs genug intensiv auftreten; allein, wenn man die Zelle mit genügender Vorsicht

---

[1] l. c. pag. 11.

[2] l. c. pag. 32 und pag. 36.

in der Lichtlinienregion tangential schneidet, so müssen unbedingt wenigstens einige die Lichtlinie so rein treffen, dass die Reaction jeden Zweifel beheben müsste. Ich konnte eine solche nicht wahrnehmen; im Gegentheile wiesen mir alle Schnitte eine deutliche, unzweifelhafte Cellulose-Reaction nach.

Kennt man die Lichtlinie und ihre Erscheinungen an den Prismenzellen der Samenschalen bei den *Papilionaceen*, so fällt es nicht schwer, dieselbe bei ähnlich gebauten Prismenzellen wieder aufzufinden. Bei denjenigen *Cucurbitaceen*, bei denen die Prismenschicht aus lang ausgezogenen mit Porencanälen versehenen Zellen besteht, deren Lumen nach oben und unten sich in die verdickte Zellhaut verzweigt, ist an beiden Seiten, wo die Verzweigungen enden, eine mehr oder weniger stark lichtbrechende Linie längs dieser Schicht bemerkbar. Man darf demnach auch diesen Zellen die Lichtlinie nicht absprechen. Vergleicht man den Längsschnitt solcher Zellen (Fig. 24) mit dem Tangentialschnitte (bei *Luffa acutangula* Fig. 24) aus verschiedener Höhe, so wird man bald über den Verlauf und die Verästelung dieser Porencanäle orientirt sein, zugleich auch das Umbiegen derselben nach oben und unten wahrnehmen können. Durch dieses Umbiegen aber häuft sich eine bedeutende, wasserarme stark lichtbrechende Schicht an, daher auch das bedeutende Aufhellen dieser Stelle, zugleich aber — wie ich bereits früher angedeutet hatte — das Vorrücken derselben beim Heben und Senken des Tubus. An Tangentialschnitten bemerkt man niemals eine lichte Linie, was für alle Fälle ganz allgemein gilt. Bis jetzt hat auch keiner von den genannten Autoren einer ähnlichen Lichterscheinung an Tangentialschnitten Erwähnung gethan. Mir ist es trotz vielfacher Mühe auch nicht geglückt, sie wahrzunehmen.

Ich will versuchen, beide Erscheinungen, nämlich die Ursache des Erscheinens einer Lichtlinie in Längsschnitten und das ständige Fehlen derselben an Tangentialschnitten zu erklären. Die Porencanäle verlaufen bei *Luffa acutangula* im Längsschnitte gegen die beiden Enden der Zellen bogenförmig in die verdickte Zellmembran; es wird also so ziemlich in der Art geschehen müssen, wie es in Fig. 16 schematisch dargestellt ist. Betrachtet man die Zellen in der Richtung des Pfeiles, so sieht man an

einzelnen Stellen eine bedeutende Zunahme der Mächtigkeit von wasserarmen Schichten; die Stelle also, wo dies der Fall ist, wird auch stark aufleuchten um so mehr, als sie von dunklen und indifferenten Linien begrenzt wird, kurz die Sache wird sich wie bei *Orobus vernus* (pag. 6) verhalten, ich verweise daher auf das dort Gesagte.

Befremdend ist allerdings auf den ersten Blick das absolute Fehlen der Lichtlinie an Tangentialschnitten. Es liefert dieser Umstand zunächst einen neuen Beweis gegen die Cuticularisirung der Stelle, wo die Lichtlinie auftritt. Ich erkläre mir die Sache folgendermassen: Betrachtet man die aufliegende Zelle in der Richtung von x (Fig. 17), so wird man auf eine bedeutend mächtige Schicht von wasserarmen Molecülen, theils überwiegend wasserreiche, theils wechsellagernde treffen. Beobachtet man den Tangentialschnitt dieser Zellen in der Richtung von y, so treten niemals überwiegend wasserarme oder überwiegend wasserreiche Schichten auf, sondern sie wechseln mit einander ab; somit wird immer nur die Zellmembran indifferent erscheinen. Dies bezieht sich ausnahmslos auf alle Zellen, die im Längsschnitte eine Lichtlinie aufweisen, so dass man ganz allgemein sagen kann: In Tangentialschnitten unterscheidet sich die Lichtlinienpartie bezüglich des Lichtbrechungsvermögens von einer anderen in keiner Beziehung.

Ich hatte zwar noch nicht die Gelegenheit, die Entwickelung der Prismenzellen bei *Canna* zu beobachten und kann nur nach dem anatomischen Bau derselben an reifen Testen auf die Ursache des Auftretens der Lichtlinie schliessen, glaube jedoch nicht zu irren, wenn ich annehme, dass das Studium der Entwickelung dieser Zellen dieselben Resultate liefern dürfte, wie die von Russow untersuchten Prismenzellen der *Marsilia*-Fruchtschalen; wenigstens sprechen alle Anzeichen dafür. Der anatomische Bau der Prismenzellen in den reifen Samenschalen und die Erscheinungen der Lichtlinie sind bis in's feinste Detail die gleichen. Der Tangentialschnitt durch genannte Zellen zeigt, dass das Lumen derselben im Allgemeinen sehr eng und rund ist (Fig. 20), nach Innen sich erweitert und einen dunkelbraunen Pigmentstoff enthält (daher die fast schwarze Samenschale), nach

Aussen endlich enger und fast spaltenförmig wird (Fig. 19). Betrachtet man die Zellen im Längsschnitte (Fig. 18), so findet man dasselbe, doch zeigen sich da an der Lichtlinie drei bis vier Spalten, die eng neben einander liegen und in ihrem Gesammteindruck eben die Lichtlinie hervorrufen.

Die Zellmembran weicht demnach an drei verschiedenen Stellen von ihrer regelmässigen Verdickungsart ab und zwar an der Basis der Zelle nach Innen, wo dieselbe ziemlich dünn, das Lumen daher verhältnissmässig gross ist, in der Mitte, wo sie — ähnlich wie die Prismenzellen von *Marsilia*-Fruchtschalen — eine drei- bis vierfache Einbiegung nach Aussen hin macht, das Lumen daher sich linsenförmig senkrecht auf die Längsachse gestaltet und endlich gegen die Oberfläche der Samenschale, wo die Membran stark verdickt, das Lumen schmal, spaltenförmig ist und parallel mit der Achse verläuft.

Berücksichtigt man näher den Bau der Zellmembran an der Stelle der Lichtlinie, so darf man keineswegs das gesteigerte Lichtbrechungsvermögen mit der geringeren Dicke der Zellmembran oder, was auf dasselbe hinaus kommt, mit der Erweiterung des Zelllumens in Verbindung setzen, sondern muss, wie ich bei *Luffa* (Fig. 16) nachgewiesen zu haben glaube, den Grund in der durch das Umbiegen der Zellmembran hervorgerufenen bedeutenden Mächtigkeit der wasserarmen, also stark lichtbrechenden Schicht suchen. Die Lichtlinie ist ferner nicht, wie in den früheren Fällen, eine einheitliche, d. h. als ein die Zelle an bestimmter Stelle durchsetzendes, stark aufleuchtendes Band, sondern aus drei bis vier Theilstücken zusammengesetzt, die der Quere nach durch dunklere, schmale Streifen durchzogen werden. Nachdem aber die mächtigen, wasserarmen, lichten Schichten verhältnissmässig die dunkleren, wasserreichen an Breite um ein Vielfaches übertreffen, so wird der Effect der ersteren den der letzteren bis auf das geringste herabmindern und im Gesammtresultate einen ziemlich breiten Streifen von bedeutender Lichtstärke vorstellen. Nur bei starker Vergrösserung und nach vorsichtiger Präparation ist diese Trennung der Lichtlinie bemerkbar.

Anders verhält es sich bei *Hibiscus syriacus*. Die Wände der Prismenzellen sind stark verdickt und mit leistenförmigen

Porencanälen versehen, wie es ein Tangentialschnitt (Fig. 27) zeigt. Das Zelllumen erweitert sich nach Aussen, nach Innen begrenzt sich dasselbe bis auf ein Minimum (Fig. 27, *b*). Der Längsschnitt dieser Zellen fällt demnach verschieden aus, je nachdem derselbe durch die verdickte Zellwand geht oder durch je zwei correspondirende, spaltenförmige Porencanäle verläuft (Fig. 27, *a* in der Richtung des Pfeiles).[1] In dem ersten Falle wird der Längsschnitt (Fig. 25) ein anderes Bild gewähren als in dem zweiten (Fig 26); für das Verständniss der Lichtlinie ist jedoch der letztere von grösster Wichtigkeit. Man sieht da ganz deutlich die Membranleisten längs der äusseren und der inneren Zellwand umbiegen und kegelförmig im Durchschnitte mit ihren mächtigen, wasserarmen, stark lichtbrechenden Schichten hineinragen, endlich wie die Lichtlinie nur einen Gesammteindruck von einzelnen Lichtkegeln darstellt. Unwillkürlich wird man da an die Lichtlinie bei *Orobus vernus* erinnert; desshalb verweise ich auch auf die frühere Erklärung derselben.

Schliesslich kann ich nicht umhin auch auf die ziemlich weit nach Innen gelegenen Prismenzellen bei *Lallemantia peltata* (Fig. 28) aufmerksam zu machen, die nicht nur durch ihren überaus zierlichen Bau ein allgemeines Interesse verdienen, sondern auch für unseren Zweck insoferne von Wichtigkeit sind, als sie, da sie in ihrem Baue einerseits an die Zellen von *Luffa*, andererseits an die von *Hibiscus* erinnern, nach dem von mir ausgesprochenen Grundsatze auch Lichtlinien an ihren äusseren und inneren Begrenzungswänden aufweisen müssten, was auch in der That der Fall ist.

Für die Untersuchungen mit dem polarisirten Lichte stellte mir der Herr Vorstand des k. k. pflanzenphysiologischen Institutes Regierungsrath Prof. Dr. A. Weiss sein eigenes grosses Hartnack'sches Mikroskop gütigst zur Verfügung, wofür ich ihm meinen tiefsten Dank ausspreche. Bei der ausgezeichneten Leistungsfähigkeit dieses Instrumentes müssten unbedingt Erscheinungen auftreten, welche auf eine chemische Veränderung der Lichtstelle in der Zellmembran hindeuten würden. Das geschieht

---

[1] Hier können nur sehr dünne und oft geradezu zufällig gelungene Schnitte Aufschlüsse geben.

aber nicht, im Gegentheile sprechen selbst bei Einschaltung der Gypsblättchen die gefundenen Resultate nur für eine veränderte Molecularconstitution.

Das Resultat der vorliegenden Untersuchungen lässt sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Die Lichtlinie ist bis jetzt in den Samenschalen folgender Familien beobachtet worden: *Cannaceen, Convolvulaceen, Labiaten, Cucurbitaceen, Malvaceen, Mimoseen* und *Papilionaceen.*

2. Sie erscheint nur in den Prismenzellen von eigenthümlichem Baue.

3. Sie wird nie an Tangentialschnitten sichtbar.

4. Die Zellmembran ist an der Stelle der Lichtline von einer für eine starke Lichtbrechung günstigen Molecularzusammensetzung.

5. Die Zellmembran ist an der Lichtlinie nie chemisch verändert, d. i. cuticularisirt.

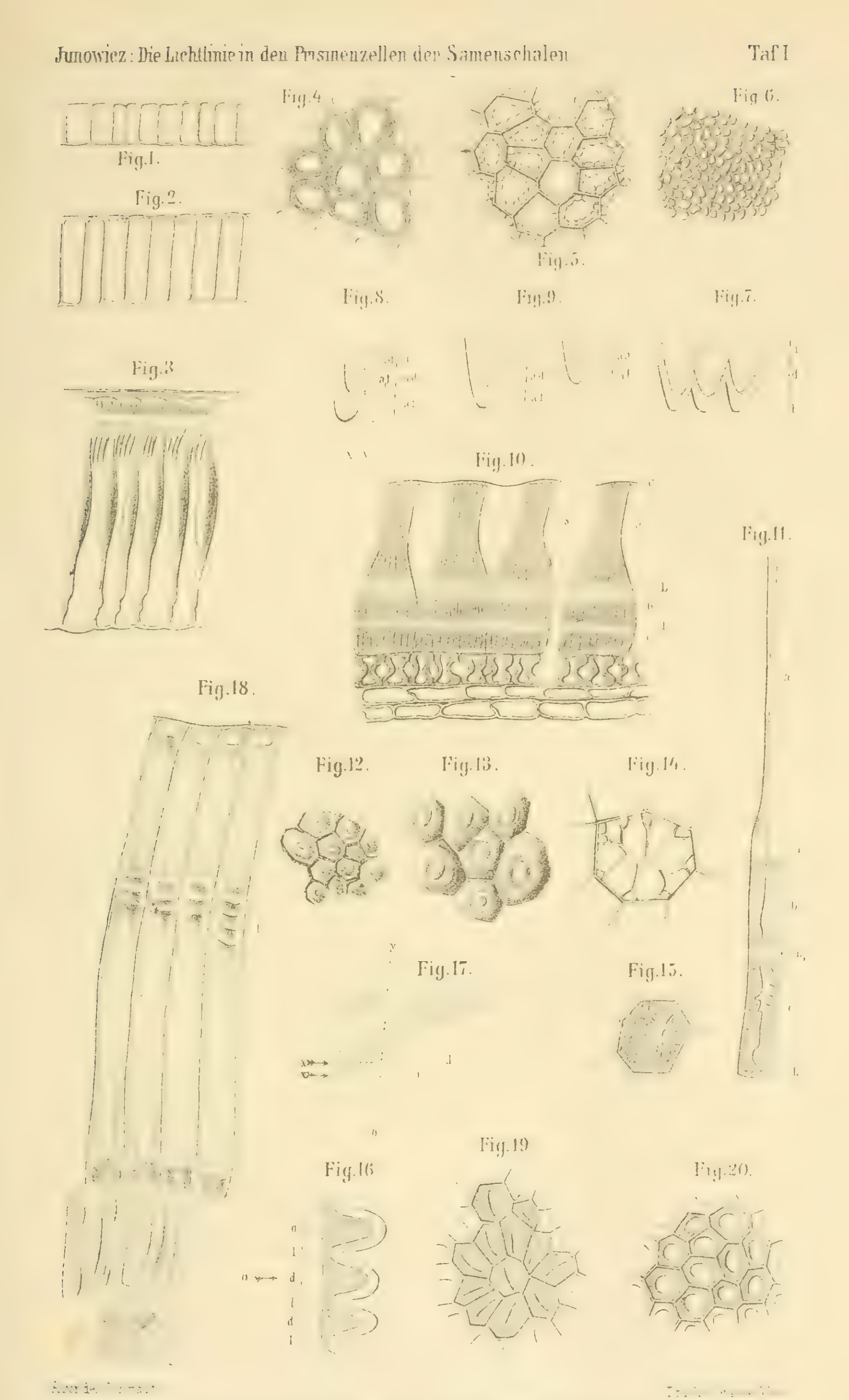
Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

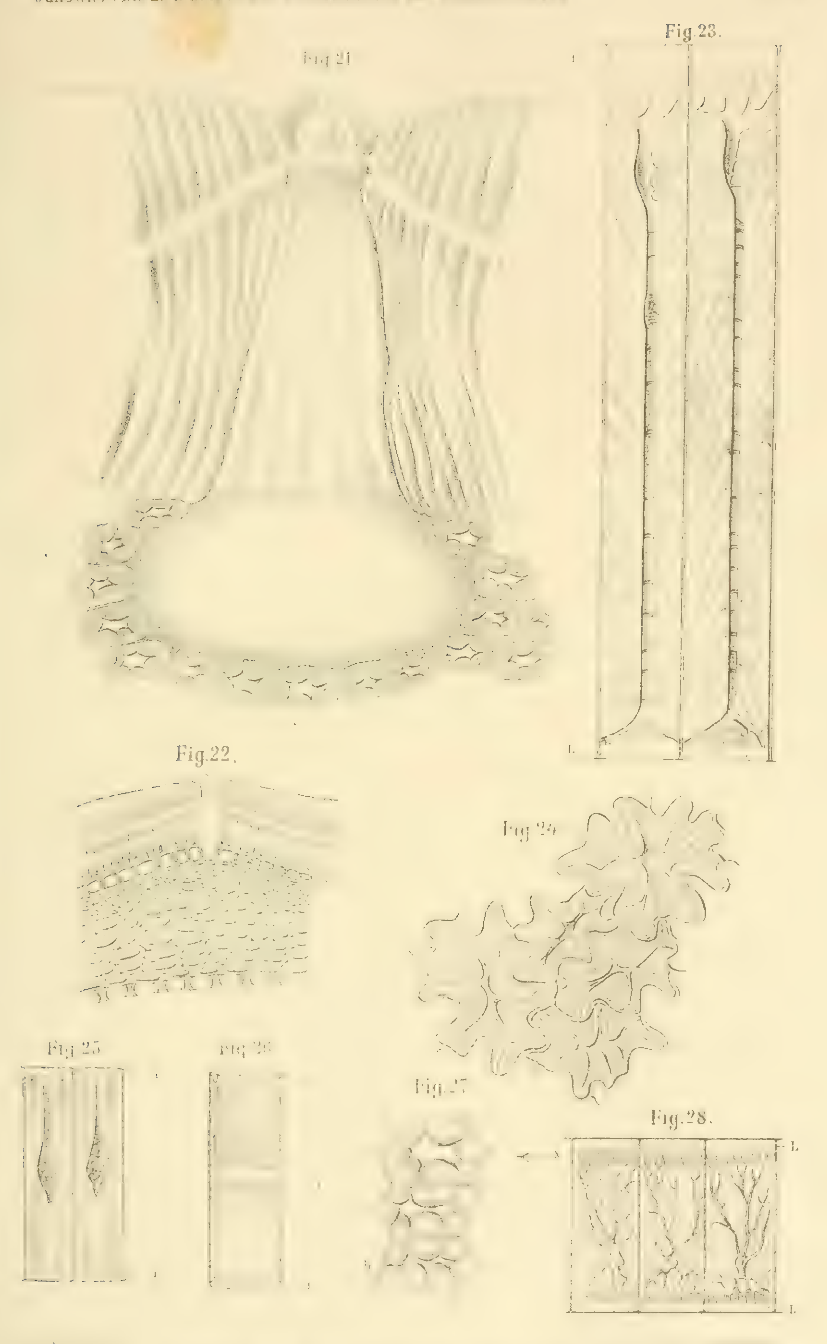
Fig. 1, 2, 3. Allmälige Entwicklung der Prismenzellen in der Samenschale von *Orobus vernus*. Vergr. 320.
„ 4, 5, 6. Tangentialschnitte der Prismenzellen der reifen Testa von *Orobus vernus*. Vergr. 320.
„ 7, 8, 9. Schematische Darstellung der Lichtlinie.
„ 10. Prismenschicht der reifen Testa von *Lupinus varius*. Vergr. 25.
„ 11. Isolirte Prismenzelle der reifen Testa von *Lupinus varius*. Vergr. 75.
„ 12, 13, 14, 15. Tangentialschnitte der Fig. 11. Vergr. 320.
„ 16, 17. Schematische Darstellung der Lichtlinie.
„ 18. Prismenzellen der Testa von *Canna Anei gigantea*. Vergr. 320.
„ 19, 20. Tangentialschnitte der Fig. 18. Vergr. 320.
„ 22. Querschnitt der Samenschale von *Acacia*. Vergr. 75.

Tafel II.

„ 21. Prismenschicht der Testa von *Canna Bihordi*. Vergr. 320.
„ 23. Prismenzellen der reifen Testa von *Luffa acutangula*. Vergr. 320.
„ 24. Tangentialschnitt der Fig. 23. Vergr. 320.
„ 25, 26. Prismenzellen der reifen Testa von *Hibiscus syriacus*. Vergr. 320.
„ 27. Tangentialschnitt der Fig. 26. Vergr. 320.
„ 28. Prismenschicht der reifen Testa von *Lallemantia peltata*. Vergr. 320.


Fig.1.
Fig.2.
Fig.3
Fig.4
Fig.5.
Fig.6.
Fig.7.
Fig.8.
Fig.9.
Fig.10.
Fig.11.
Fig.12.
Fig.13.
Fig.14.
Fig.15.
Fig.16
Fig.17.
Fig.18.
Fig.19
Fig.20.




Fig.23.
Fig.22.
Fig.27
Fig.28.



Die gehöften Tüpfel des Xylems der Laub- und Nadelhölzer.

Von Dr. **J. Kreuz.**

(Ausgeführt im k. k. pflanzenphysiologischen Institute in Prag.)

(Mit 4 Tafeln.)

(Vorgelegt von Prof. Weiss in der Sitzung am 17. Juni 1877.)

Zu vorliegender Arbeit, welche ich im k. k. pflanzenphysiologischen Institute der Prager Universität durchgeführt, wurde ich vom Director dieses Institutes, Herrn k. k. Regierungsrathe und Prof. Dr. A. Weiss, animirt.

Eine wesentliche Erleichterung der übernommenen Aufgabe war es für mich, dass mir derselbe die nöthigen Präparate in reichster Auswahl bereitwilligst zur Verfügung stellte. Ich fühle mich daher vor Allem verpflichtet, Herrn Prof. Weiss meinen wärmsten und aufrichtigsten Dank für sein bereitwilliges und freundliches Entgegenkommen hiemit auszusprechen.

I. Tüpfelhof, Tüpfel und Scheidewand.

An den gehöften Tüpfeln, wie sie uns in den Elementarorganen des Xylems entgegentreten, kann man den Tüpfelhof den Tüpfel (resp. Tüpfelkanal) und die den Hof nach aussen abschliessende Wand oder die Scheidewand unterscheiden.

a. Tüpfelhof.

Je nachdem die gehöften Tüpfel auf der Zellwand mehr weniger zerstreut oder dicht gedrängt beisammen stehen, ist die Umrissfigur des Tüpfelhofes mehr weniger rundlich bis kreisförmig oder aber mehr weniger regelmässig polygonal; ein besonderer Fall des letzteren Verhaltens ist der, wo die Wand des Elementarorganes nur eine Reihe von gehöften Tüpfeln

enthält, die in der Richtung der Längsachse des Organes zusammengedrängt, ihren Hof derart quer ausdehnen, dass er die ganze Breite der betreffenden Wand einnimmt; dieser Fall tritt uns bei den sogenannten Treppengefässen entgegen, z. B. bei *Vitis riparia* (Fig. 18). Ausser diesen, immerhin eine gewisse Regelmässigkeit behauptenden gehöften Tüpfeln gibt es wieder andere, wo der Hof zu den widernatürlichsten Formen verzerrt erscheint; doch darauf komme ich später noch zurück.

Noch grössere Differenzen als in der Form treffen wir im Durchmesser des Hofes. Vergleichen wir z. B. jene gehöften Tüpfel, die den englumigen prosenchymatischen Zellen des Holzes, den Libriformfasern fast nie fehlen und stellen ihnen die grossen, wohlausgebildeten gehöften Tüpfel der Coniferen gegenüber, welch ein Unterschied. Während bei jenen der Hofdurchmesser bis zu 0·878μ herabsinken kann, steigt er bei diesen bis 25μ und zwischen diesen beiden Grenzen fügen sich Werthe ein, die den allmäligen Übergang von der einen zur anderen vermitteln.

Allerdings trifft man bei jenen Tüpfeln, welche ihren Hof vorwiegend in der Querrichtung ausdehnen, für den längsten Durchmesser noch viel höhere Werthe als den bezüglich der Coniferen oben angegebenen, doch habe ich letzteren desshalb vorgezogen, weil, da der Hof sich doch mehr der Kreisform nähert, während bei ersteren der Unterschied zwischen längstem und kürzestem Durchmesser oft ein enormer ist, z. B. bei *Ocotea caledonica*, wo die Länge des Hofes sich zu dessen Breite verhält wie 31:1·5.

b) Der Tüpfel.

Die Verhältnisse sind hier schon bedeutend complicirter als beim Tüpfelhofe. Der Tüpfel ist als Canal ausgebildet, was er bekanntlich den über der primären Membran lagernden Verdickungsschichten verdankt. Dieser Tüpfelkanal ist nur spaltenförmig oder rund und in beiden Fällen hat er entweder überall gleiche Durchmesser, oder er erweitert sich nach dem Lumen des betreffenden Elementarorganes hin. Eine Erweiterung des Canales nach dem Hofe hin gehört zu den Seltenheiten; ich konnte einen derartigen Fall nur bei *Myrtus coriaceus* beobachten.

Sowohl der spaltenförmige als der runde Tüpfelkanal kann sich nach den Zellräumen hin gleichmässig erweitern; selbstverständlich werden dann die Mündungscontouren von der Flächenansicht innerhalb der Hofgrenze als zwei miteinander parallel verlaufende geschlossene Linien sich projiciren, z. B. bei *Vitis riparia* (Fig. 18), *Thuja occidentalis* (Fig. 21) etc.

Eine derartige gleichmässige Erweiterung des Tüpfelkanales gehört aber zu den selteneren Fällen. So kann die äussere Mündung (Mündung des Kanales nach dem Hofe hin) rund sein, während die innere (Mündung des Kanales nach dem Zelllumen hin) spaltenförmig ist, wie bei *Cupressus sempervirens* (Fig. 22) oder es findet das Umgekehrte statt wie bei *Salix nigra* (Fig. 9).

Bei Erweiterung der inneren Mündung spaltenförmiger Tüpfelkanäle kommt es oft vor, dass diese inneren Mündungen mehrerer neben einander stehender Tüpfel zu langen Furchen verschmelzen, die sich dann über mehrere Höfe hinziehen wie bei *Betula papyracea* (Fig. 1), *Jacaranda ovalifolia* (Fig. 10), *Inga dulcis* (Fig 16) und noch bei anderen.

Eine weitere Eigenthümlichkeit mancher spaltenförmiger nach innen zu erweiterter Tüpfelkanäle ist die, dass sie eine Riefung zeigen, welche von der äusseren Mündung her gegen den inneren Rand zu verläuft; so bei *Cassia fastigiata* (Fig. 6), *Jacaranda ovalifolia* (Fig. 10), *Tamarindus indica* (Fig. 12), *Inga dulcis* (Fig. 16).

Die Bildung gehöfter Tüpfel geht, je nach den angrenzenden Gewebselementen, entweder in beiden derselben vor sich oder sie erfolgt bloss in einem der beiden; im ersteren Falle erfolgt sie beiderseits genau über derselben Stelle der primären Membranen und wenn die sich berührenden Gewebselemente gleichartig sind, auch im demselben Sinne; es müssen sich sonach die beiderseitigen Höfe vollkommen decken, auch die Tüpfel, gleichgiltig ob sie rund oder spaltenförmig sind, wenn sie nur im letzteren Falle in einer zur Längsaxe des Organes senkrechten Richtung stehen, aufeinander fallen. Anders ist es dort, wo der Tüpfelspalt sehr schief gestellt ist, indem sich in diesem Falle die Spalten der einander deckenden gehöften Tüpfel natürlich kreuzen, was man ausnahmslos bei jenen Tüpfeln

findet, die ihr Dasein zweien sich berührenden Libriformfasern verdanken. Mit diesem Falle könnte man leicht jenen verwechseln, wo der spaltenförmige Canal während seines Verlaufes um einen bestimmten Winkel sich dreht; doch wird man durch allmälig geändertes Einstellen mit der Mikrometerschraube dem wahren Sachverhalte sofort auf den Grund kommen.

c) Scheidewand.

Dass die den Hof nach aussen hin abschliessende Wand wohl überall vorhanden, lässt sich kaum bezweifeln; allerdings kommen auch Fälle vor, wo sie gänzlich fehlt, doch sind das nur Ausnahmen von der Regel, die man recht wohl auf ungünstige Verhältnisse bei Anfertigung des Präparates zurückführen kann.

Sanio hat an ***Pinus sylvestris*** eine scheibenartige Verdickung der centralen Partie der Scheidewand nachgewiesen; ich konnte eine solche nur an Präparaten von ***Rosa sempervirens*** (Fig. 7) und ***Amygdalus communis*** (Fig. 8) mit voller Sicherheit constatiren.

Wie Sanio gezeigt und ich nur bestätigen kann, liebt es die Scheidewand, sich einseitig an eine Hofwand anzuschmiegen und kann dann sehr leicht für eine innere Auskleidung des Hofes angesehen werden; dadurch wird natürlich auch der eine Tüpfelkanal an seiner äusseren Mündung gleichsam verschlossen; Hartig's Angaben beruhen sonach auf einem leicht verzeihlichen Irrthume.

II. Verhältniss zwischen Tüpfel und Tüpfelhof.

Tüpfel und Tüpfelhof sind in Ausbildung ihrer Formen, in der Gestalt ihrer Umgrenzungslinien nicht streng von einander abhängig; weder sind die Contouren des Tüpfels abhängig von den Umgrenzungen des Hofes, noch diese von jenen. Der Fall, wo Hof und Tüpfelcontouren zu einander parallel verlaufen, ist verhältnissmässig seltener; er tritt z. B. ein bei den Treppengefässen und bei den gehöften Tüpfeln einiger Coniferen; in der Mehrzahl der Fälle ist der Tüpfel (wenigstens an seiner inneren Mündung) spaltenförmig, mag der Hof rund, polygonal, oder wie immer gestaltet sein.

Ebensowenig hängt die Ausbildung des Tüpfels von der des Hofes ab. Wenn es auch bei rund gestalteten Tüpfeln nicht vorkommen mag (und in den von mir beobachteten Fällen war es auch nie der Fall), dass bei Erweiterung der inneren Mündung deren Umrisse über die des Hofes hinausragen, so ist es doch bei spaltenförmigen keine Seltenheit; es kann das hier sogar so weit gehen, dass ein Missverhältniss zwischen Tüpfel und Tüpfelhof eintritt, dieser jenem gegenüber fast verschwindet, wohl auch von ihm zur Gänze verdeckt wird und man dann immer den Querschnitt zu Rathe ziehen muss, um überhaupt das Vorhandensein eines Hofes zu constatiren, wie es häufig bei den gehöften Tüpfeln der Fall ist, welche die Libriformfasern beim Berühren mit Ihresgleichen oder mit Holzparenchym- und Markstrahlzellen bilden, wenn auch in den letzteren zwei Fällen der Hof gegenüber dem Tüpfel mehr Spielraum zu gewinnen pflegt. Als specifische Eigenthümlichkeit erscheinen derartige Ausdehnungen der inneren spaltenförmigen Mündung des Tüpfels über die Hofgrenzen hinaus für gewisse Hölzer, z. B. *Betula papyracea* (Fig. 1), *Jacaranda ovalifolia* (Fig. 10), *Inga dulcis* (Fig. 16) und andere. In allen vorerwähnten Fällen, wo der innere Mündungsspalt in seiner Länge so übermässig sich ausdehnt, bleibt er doch bezüglich seiner Breite in bestimmten Grenzen, welche 2·2μ nicht überschreiten.

Anders verhält sich die Sache bei jenen gehöften Tüpfeln, welche entstehen, wenn ein Gefäss an eine parenchymatische Zelle, sei es eine Holzparenchym- oder Markstrahlzelle angrenzt. Wenn es hier auch öfter vorkommt, dass diese gehöften Tüpfel sowohl bezüglich des Hofes als des Tüpfels eine gewisse Regelmässigkeit zeigen, was bei manchen Holzarten sogar als constantes Merkmal gelten kann, so findet man wieder neben derartigen regelmässigen, in zwei getrennten Zellen desselben Präparates, ja selbst auf ein und derselben Zellwand solche, die in Bezug auf Unregelmässigkeit nicht nur des Hofes, sondern auch des Tüpfels das Möglichste leisten; besonders ist es der Tüpfel, der oft so unmässig ausgedehnt ist, dass seine Contouren mit jenen des Hofes sich oft theilweise decken, und man hier an einen einfachen ungehöften Tüpfel denken könnte (*Ocotea caledonica* Fig. 20 a), *Tsuga canadensis* (Fig. 25, tm.)

III. Arten gehöfter Tüpfel.

Dass die Tüpfelbildung von der Art der angrenzenden Gewebselemente abhängt, hat schon Mohl gezeigt; ausnahmslos gilt hier das Gesetz, dass dort, wo zwei Gewebselemente von gleichem Charakter sich berühren, die Tüpfelbildung auf beiden Seiten der primären Berührungsmembranen in analoger Weise erfolgt.

Es stehen sich da zwei Fälle schroff gegenüber; es entstehen nämlich aus der nachbarlichen Berührung gleichartiger Elementarorgane entweder gehöfte Tüpfel oder solche, die ohne jeglichen Hof, also einfache Porenkanäle sind; erstere Bildungsweise findet sich bei den prosenchymatischen, letztere bei den parenchymatischen Formen der Gewebselemente.

Da ich nun diess Verhalten bei allen von mir untersuchten Holzarten streng durchgeführt fand, so rechne ich zu den prosenchymatischen Gewebselementen die Libriformfasern, Tracheiden und auch die Gefässe; zu den parenchymatischen die Holzparenchym- und Markstrahlzellen. Wenn ich auch die Gefässe unter die prosenchymatischen Formen aufnehme, so ist das nach ihrem Verhalten gegenüber den parenchymatischen (bezüglich der Bildung gehöfter Tüpfel) durchaus gerechtfertigt, da dieses in Nichts von jenem abweicht, welches die notorisch prosenchymatischen Gewebselemente gegenüber den parenchymatischen einhalten.

Nach der Energie, mit welcher die prosenchymatischen Elementarorgane bei Berührung mit parenchymatischen die Tüpfelbildung durchführen, könnte man die Gefässe an die Spitze stellen, ihnen die Tracheiden und auf diese die Libriformfasern folgen lassen; während durch letztere ziemlich spärliche aber mehr regelmässige gehöfte Tüpfel gebildet werden, erzeugen die ersteren zahlreiche meist ganz unregelmässige; die Tracheiden halten zwischen beiden so ziemlich die Mitte ein, da die betreffenden, durch sie hervorgebrachten gehöften Tüpfel meist durch locale Verhältnisse bedingt, bald regelmässig, bald unregelmässig sein können; bezüglich der Grösse aber übertreffen meist sowohl die unregelmässigen als die regelmässigen die entsprechenden Formen der beiden Grenzglieder.

Wie bereits bemerkt, bleibt jene Partie der primären Zellmembran, über welcher der gehöfte Tüpfel sich aufgebaut als dünne, den Tüpfelhof nach aussen hin abschliessende Wand erhalten. Aus diesem Grunde ist es, glaube ich, nicht gerechtfertiget den meist linsenförmigen Raum, der durch die Hofbildung der beiden angrenzenden prosenchymatischen Gewebselemente inmitten der beide Zelllumina trennenden dicken Wand, entsteht, schlechthin als Hof zu bezeichnen, wie es bisher geschehen; diesen Raum haben ja nicht beide Nachbarn gemeinschaftlich, sondern jeder von ihnen hat seinen Theil durch die halbirende Lamelle zugewiesen. Es wäre sonach wohl zweckmässiger, hier von einem Doppelhofe zu sprechen.

Im Nachfolgenden will ich nun versuchen, das Verhalten der einzelnen Formen der Gewebselemente des Xylems gegenüber den anderen bezüglich der Bildung gehöfter Tüpfel klar zu legen; wenn auch der genetische Vorgang hiebei wesentlich überall derselbe ist, so sind doch die resultirenden Formen keineswegs demselben Schema angepasst, sondern variiren innerhalb gewisser Grenzen.

Ehe ich noch auf die Sache selbst eingehe, will ich noch auf gewisse Eigenthümlichkeiten aufmerksam machen, welche die einzelnen Elementarorgane des Holzes bei der Tüpfelbildung zeigen. So fand ich bei den Gefässen dort, wo der Tüpfel spaltenförmig, diesen immer mehr weniger senkrecht zur Longitudinalaxe des Organes gestellt, während bei den Libriformfasern, deren Tüpfel immer spaltenförmig sind, diese Spalten in Richtung einer sehr steilen Spirale gestellt erscheinen; die Tracheiden halten auch hier zwischen Gefäss und Libriformfasern die Mitte ein, nähern sich in erwähnter Beziehung bald diesen, bald jenem. Bei Festhaltung dieser Punkte fällt es nicht schwer die verschiedenen Arten gehöfter Tüpfel, welche sich häufig auf ein und derselben Zellwand vorfinden, streng auseinander zu halten.

Ich werde nun auf die einzelnen Fälle näher eingehen.

a) Zuerst will ich mit jenen gehöften Tüpfeln beginnen, welche durch Berührung zweier Gefässe entstehen.

Aus dem bereits oben angedeuteten Verhalten bezüglich der Stellung des spaltenförmigen Tüpfels leuchtet ein, dass hier

die gegenseitigen Spalten sich meist decken werden; es kommen aber auch Fälle vor, wo die Spalten sich etwas kreuzen, immerhin aber von der zur Longitudinalaxe des Gefässes Senkrechten nicht um ein Beträchtliches abweichen (z. B. *Psatura borbonica* (Fig. 3, *a*) *Rosa sempervirens* (Fig. 7, *a*); es kommt aber auch vor, dass der Canal sich etwas während seines Verlaufes um seine Axe dreht, z. B. bei *Betula papyracea* (Fig. 1), *Capparis ferruginea* (Fig. 4, *A*), u. s. w.

Der Tüpfelhof ist rund, mehr weniger kreisförmig oder quer elliptisch, oft auch derart quer gestreckt, dass er die ganze Breite der Berührungswand einnimmt, oder er zeigt polygonalen Umriss; die ersteren Fälle kommen dort vor, wo die gehöften Tüpfel weiter von einander abstehen (*Capparis ferruginea* (Fig. 4, *A*); *Jacaranda ovalifolia* (Fig. 10), *Arbutus Unedo* (Fig. 15), die beiden letzteren aber dort, wo sie in einer bestimmten oder allen Richtungen der sie tragenden Gefässwand sich zusammendrängen; der vorletzte Fall ist bei den Treppengefässen am ausgesprochensten: *Philadelphus coronarius* (Fig. 14), *Vitis riparia* (Fig. 18), *Ocotea caledonica* (Fig. 19), der letzte aber, bei weitem der häufigste von allen, z. B. *Cassia fastigiata* (Fig. 6), *Tamarindus indica* (Fig. 11), *Laurus camphora* (Fig 12) etc.

Gefässe dürften dem Holze unserer Laubhölzer nie fehlen, doch ist es, wenn auch nur ausnahmsweise, nicht immer der Fall, dass diese Gefässe auch zum gegenseitigen Contacte kommen. Man wird also da auch vergebens nach der entsprechenden Tüpfelform suchen, und doch sind es die aus der Berührung zweier Gefässe hervorgegangenen gehöften Tüpfel, welche beim Auseinanderhalten verschiedener Holzarten sichere Anhaltspunkte bieten, da sie bei derselben Species immer in denselben Formen und Grössenverhältnissen wiederkehren. Ob es nun in einigen Hölzern durchaus zu keiner Berührung zwischen den vorhandenen Gefässen komme, wage ich nicht gerade zu behaupten; doch ist es mir bei *Myrtus coriaceus* und *Buxus sempervirens* nicht geglückt, eine solche bei den sehr zahlreich vorhandenen Gefässen aufzufinden.

Dort, wo Gefässe gänzlich fehlen und das Holz nur aus Tracheiden zusammengesetzt ist, wie bei den Coniferen, da bieten die gehöften Tüpfel dieser Tracheiden sehr gute Anhalts-

punkte für die Bestimmung, sie leisten für die Gefässtüpfel vollkommen Ersatz.

b) Gefässe mit Tracheiden in Berührung stehend, bilden Tüpfel, welche in der Form mit jenen übereinstimmen, die aus dem Contacte zwischen Gefäss und Libriformfaser hervorgehen, nur gewinnt der Hof bei ersteren einen grösseren Durchmesser als bei letzteren.

c) Dort, wo eine Libriformfaser ein Gefäss berührt, da sind die eventuell entstehenden gehöften Tüpfel in Longidudinalreihen geordnet, doch nie zusammengedrängt. Die Tüpfelhöfe sind hier klein und kreisförmig, die beiderseitigen Spalten kreuzen sich derart, dass jener, welcher dem Gefässe angehört, mehr senkrecht zur Gefässaxe, der Spalt der Libriformfaser aber in einer schief aufsteigenden Richtung verläuft.

Diese Art gehöfter Tüpfel ist ziemlich selten, obzwar es zwischen Gefäss und Libriformfaser häufig zur Berührung kommt; bezüglich der Grössendimensionen, weichen sie von jenen gehöften Tüpfeln, welche aus dem Contacte zweier benachbarter Libriformfasern hervorgehen wenig ab.

d) Anders gestalten sich die Verhältnisse dort, wo ein Gefäss an eine parenchymatische Holzzelle stösst. Die da entstehenden, nach meinen Beobachtungen oft nur schwach gehöften Tüpfel stehen ziemlich dicht, doch selten gedrängt beisammen; der Hof ist in der Regel quer gestreckt, elliptisch, seltener regelmässig polygonal, manchmal aber auch zu widernatürlichen Formen und Dimensionen verzerrt; dort wo der Hof eine elliptische, mehr weniger regelmässige Form besitzt, da ist auch der Spalt enge und hält sich bei gleichen Hofdimensionen in denselben Grenzen (Fig. 14, *B*); besitzt hingegen der Hof unregelmässige Formen, dann wird wohl auch der Spalt derart ungewöhnlich erweitert, dass seine Contouren so wenig von denen des Hofes abstehen, dass bei weniger eingehender Beobachtung allerdings der Schein entstehen könnte, als hätte man es da mit einem einfachen gehöften Tüpfel zu thun. Nach diesen Erörterungen müssen daher die Angaben Hugo v. Mohl's über diese Tüpfelart (Vermischte Schriften. 1845 p. 277) bei *Hernandia ovigera* auf einem starken Irrthume beruhen; ich habe auch das Holz dieser Pflanze untersucht und dieselben Verhältnisse hier

nicht minder ausgeprägt gefunden als bei allen anderen von mir untersuchten Hölzern.

Wie bereits erwähnt worden, wird hier der gehöfte Tüpfel nur auf Seite des Gefässes ausgebildet; es wird sich also da auch nur ein Tüpfelspalt (auf der Flächenansicht) projiciren, der bei regelmässiger Hofbildung quer gestellt erscheint. Unter Umständen kommt es wohl auch vor, dass der Canal um seine Axe sich dreht und so gekreuzte Spalten vorhanden zu sein scheinen, doch ist dieses Verhalten eben so selten, wie der Umstand, dass die inneren Kanalmündungen zu Furchen sich verbinden.

e) Nicht viel anders gestalten sich die Verhältnisse dort, wo das Gefäss mit einer Markstrahlzelle in Berührung steht. Eine Abweichung von dem im vorhergehenden Punkte *(d)* Geschilderten findet unter Umständen nur insoferne statt, dass da die Unregelmässigkeit in der Bildung des gehöften Tüpfels oft noch mehr hervortritt, und dass sich hier öfter die inneren Mündungen der Tüpfelkanäle zu Furchen vereinen; übrigens kann auch da der gehöfte Tüpfel in ganz regelmässiger Form auftreten.

f) Im Holze unserer Laubhölzer kommen Tracheiden nicht gar häufig vor, dagegen bilden sie oft die gesammte Holzmasse der Coniferen; es empfehlen sich also letztere insbesonders für die Untersuchung der aus der Berührung zweier Tracheiden hervorgehenden gehöften Tüpfel.

Diese gehöften Tüpfel gehören zu den wohlausgebildetsten; sie kommen zumeist nur in den radiären, in der äussersten Grenze des Winterholzes wohl auch, freilich spärlicher, in den tangentialen Wänden vor, und pflegen sich gegen die Auskeilungen der Tracheiden hin zusammenzudrängen. Der Tüpfelhof ist kreisförmig, elliptisch, seltener polygonal (*Araucaria Cookii*). Der Tüpfelkanal erweitert sich nach dem Lumen hin, seine Contouren laufen entweder parallel mit dem Hofumrisse oder die der inneren Mündung wird weit spaltenförmig; der Tüpfel des Winterholzes ist meist nur ein schmaler Spalt.

g) Jene gehöften Tüpfel, die bei nachbarlicher Berührung von Tracheiden und Holzparenchymzellen entstehen, konnte ich bei *Thuja orientalis* mit genügender Sicherheit beobachten; die Stelle der Holzparenchymzelle wird da durch die Harzbehälter

repräsentirt. Der Tüpfelhof ist da rundlich bis kreisförmig, der Tüpfel selbst ein schief aufsteigender Spalt.

h) Tritt die Tracheide in Contact mit einer Markstrahlzelle, so sehen wir im Grossen dieselben Verhältnisse wiederkehren wie sie sich dort ergaben, wo ein Gefäss von einer Markstrahlzelle berührt wurde, und in diesem Verhalten nähern sich eben die Tracheiden so sehr den Gefässen. Die Höfe dieser Tüpfel sind entweder klein und dann rundlich bis kreisförmig, oder sie werden oft so gross, dass sie die ganze Berührungswand einnehmen und dann sich von jeder gefälligen, regelmässigen Form lossagen; im ersteren Falle ist der Tüpfel ein einfacher, rundlicher (im Frühjahrsholze von *Thuja occidentalis* (Fig. 21), *Pinus picea*, *Pinus abies*) oder er zeigt sich als schief aufsteigender Spalt (so im Winterholze vorgenannter Coniferen), im letzteren dagegen bleibt er an Ausdehnung hinter dem Hofe nicht weit zurück. Kleine, regelmässig gehöfte Tüpfel betrachteter Kategorie finden sich z. B. bei *Thuja occidentalis*, Fig. 21, *Pinus picea*, *Pinus abies* etc., wogegen man beide Extreme sehr hübsch bei *Tsuga canadensis* und *Pinus sylvestris* beobachten kann.

i) Betreffs jener gehöften Tüpfel, welche ihr Entstehen mit Tracheiden sich berührenden Libriformfaser verdanken, lässt sich wenig Neues sagen, da sie von jenen, welche zwei aneinanderstossende Libriformfasern zeigen, nicht einmal in der Grösse viel abweichen, geschweige denn in der Form; ihr Auftreten ist übrigens kein häufiges.

k) Zwei sich berührende Libriformfasern zeigen nur eine charakteristische Form gehöfter Tüpfel; hier ist der Tüpfelhof meist kreisrund, oft aber so gering im Durchmesser, dass er auf der Flächenansicht vom spaltenförmigen Tüpfelcanal fast zur Gänze verdeckt wird; die innere spaltenförmige Mündung des Kanales läuft übrigens immer über die Hofgrenzen weit hinaus; natürlich tritt hier ein Kreuzen der Spalten correspondirender Tüpfel ein.

Diese gehöften Tüpfel stehen nie gedrängt beisammen und haben die Eigenheit mit Vorliebe in den radiär gestellten Zellwänden aufzutreten, wodurch sie an die Tüpfel zweier Tracheiden erinnern.

l) Grenzt an die Libriformfaser eine Holzparenchymzelle, so entstehen ebenfalls gehöfte Tüpfel, deren Hof aber (natürlich

bei derselben Holzart) einen meist etwas grössern Durchmesser besitzt als bei den Tüpfeln zweier Libriformfasern. Der Tüpfelhof ist rund; der Tüpfelcanal spaltenförmig, steil aufsteigend, an seiner inneren Mündung entweder von einer Spaltenlänge, die der Länge des Hofdurchmessers gleich kömmt, oder diese bleibt weit hinter jener zurück.

m) Ganz so wie die eben geschilderten, verhalten sich jene gehöften Tüpfel, welche durch Libriformfaser und Markstrahlzelle hervorgebracht werden; eine Formverschiedenheit zwischen diesen beiden Arten gibt es nicht und nicht einmal die Grössenverhältnisse weichen bei demselben Holze viel von einander ab.

Hiemit hätte ich nun die im Holze möglichen 12 Arten gehöfter Tüpfel erläutert, und ich will nun diese einzelnen Arten um das ermüdende und monotone Umschreiben zu vermeiden mit provisorischen Namen bezeichnen, und zwar: die

sub *a)* genannten als Gefässtüpfel,
„ *b)* „ „ Gefäss - Tracheiden - Tüpfel (G. Tr. T),
„ *c)* „ „ Gefäss - Libriform - Tüpfel (G. L. T),
„ *d)* „ „ Gefäss - Parenchym - Tüpfel (G. P. T.),
„ *e)* „ „ Gefäss - Markstrahl - Tüpfel (G. M. T.),
„ *f)* „ „ Tracheidentüpfel,
„ *g)* „ „ Tracheiden - Parenchym - Tüpfel (Tr. P. T),
„ *h)* „ „ Tracheiden - Markstrahl - Tüpfel (Tr. M. T.),
„ *i)* „ „ Tracheiden-Libriform-Tüpfel (Tr. L. T.),
„ *k)* „ „ Libriform-Tüpfel.
„ *l)* „ „ Libriform-Parenchym-Tüpfel (L. P. T.),
„ *m)* „ „ Libriform-Markstrahl-Tüpfel (L. M. T.).

IV. Die Grösse gehöfter Tüpfel bei einigen Holzarten.

Nach den vorausgegangenen Erörterungen, die ich für das Verständniss des Nachfolgenden für nöthig erachtete, mögen einige Details folgen. Ich bin bei der Anordnung von den kleinsten gehöften Tüpfeln ausgegangen, um successive fortschreitend zu den grössten zu gelangen, und zwar habe ich diese Anordnung nach den Gefässtüpfeln vorgenommen, da sie allein

in den für dieselbe Species constanten Grössenverhältnissen einen genügenden, wohl den einzigen Anhaltspunkt bieten; ich habe sonach jene Hölzer, wo keine Gefässtüpfel vorkommen, ganz ausgeschlossen und auch die Coniferen werde ich am Schlusse eigens abhandeln, da in den untersuchten wenigen Arten Gefässtüpfel gänzlich fehlen.

Um Missverständnissen vorzubeugen, will ich noch nachträglich erwähnen, dass ich unter Tracheiden jene prosenchymatischen Elementarorgane des Holzes verstehe, die unter einander in keiner offenen Verbindung stehen, wie diess bei den Gefässen immer mehr weniger in Folge der durchbrochenen Querscheidewand der Fall ist; von einem Communiciren durch gehöfte Tüpfel muss ich selbstverständlich total absehen, da ein solches im normalen Zustande in der That nicht vorkömmt.

Betula papyracea Ait.

Der Tagentialschnitt zeigt die Gefässwände meist total mit dicht gereihten, klein gehöften Tüpfeln besetzt, deren spaltenförmiger Tüpfelcanal schraubenförmig um seine Axe sich dreht; die inneren Canalmündungen vereinigen sich der Mehrzahl nach zu langen Furchen, die in schief aufsteigender Richtung oft über die ganze Berührungswand sich hinziehen. Die Höfe selbst kann man erst bei genauer Einstellung und selbst dann mit nur schwach ausgeprägten Umrissen erkennen.

Der Gefässtüpfelhof ist polygonal und besitzt einen Durchmesser von 2·6 bis 3·3 μ. Der Spalt ist 0·87 μ breit, an seiner äusseren Mündung 1·7 — 2·6 μ lang. G. P. T. konnte ich hier nicht beobachten, da das Holzparenchym sehr spärlich und zwischen den Libriformfasern zerstreut sich vorfindet.

Die G. M. T. sind durchwegs gleichförmig gebaut, dicht gedrängt und bezüglich ihrer Grösse kleiner als die Gefässtüpfel; ihr Hof hat 2·6—4·6 μ Durchmesser, der Spalt von der Länge des Hofdurchmessers ist 0·53 μ breit; häufig bilden auch die inneren Canalmündungen durch gegenseitige Verbindung lange Furchen. Der kreisrunde Hof der in den radialen Wänden erscheinenden Libriformtüpfel hat einen Durchmesser von 2·6—4·6 μ; der Spalt ist 4·6—5·9 μ lang, 1·3—0·87 μ breit.

Die L. M. T. sind viel kleiner, indem ihr Hofdurchmesser nur 1·3—2 μ misst. Der Spalt etwa 0·53 μ breit, ist 3·9 μ lang. Das Gleiche findet sich bei bei den L. P. T. vor.

Die Scheidewand zweier Gefässe ist leiterförmig durchbrochen und steht meist in einer Ebene, welche 14—21° von der Ebene des Radialschnittes abweicht.

Clerodendron phlomoides L.

Da hier die Gefässe sowohl in tangentialer als auch in radialer Richtung zur gegenseitigen Berührung kommen können, so findet man die Gefässtüpfel ebenso häufig auf dem Radial- wie auf dem Tangentialschnitte. Dicht gedrängt bedecken diese Tüpfel die Gefässwand, ihre polygonalen Höfe erscheinen scharf umschrieben und heben sich schön von den zwischen ihnen verlaufenden, verdickten Wandpartien ab. Die Höfe haben einen durchschnittlichen Durchmesser von 4·5—4·6 μ; der Tüpfel ist spaltenförmig, um seine Axe schraubig gedreht; der Spalt hat eine Länge von 2·6—3·3 μ und ist 0·66 μ breit.

Bei den quer gestreckten G. P. T. (Fig. 2, *B*) schwankt die Länge des Hofes zwischen 2·6—16 μ, die Breite zwischen 2—2·6 μ. Der Tüpfelspalt richtet sich nach der jeweiligen Hoflänge und hat eine Breite von 0·88 μ. — Ebenso verhalten sich auch die G. M. T., nur haben sie eine etwas grössere Breite, nämlich 2·6—3·9 μ; Libriformtüpfel, wie auch L. P. und L. M. T. besitzen eine Spaltenlänge von 3·3 μ und eine Spaltenbreite von 0·66 μ; der Tüpfelhof hat einen Durchmesser von 0·88 μ.

Psatura borbonica Gmel.

Es ist nicht so leicht, sich hier auf dem Querschnitt sofort in der Deutung der Gewebselemente zurecht zu finden; die Libriformfaser gibt dem Holzparenchym nicht nur nichts in ihrem Lumen nach, ja übertrifft dasselbe sogar nicht selten, während die Holzparenchymzellen in einzelnen Fällen den Gefässen an Querdimensionen nicht nachstehen.

Fig. 3 zeigt Gefässe, deren Wände mit Gefässtüpfeln bedeckt sind. Der Hof dieser Tüpfel ist polygonal, hie und

da wohl auch abgerundet, und hat einen Durchmesser von 4·6—6·6 μ; die beiderseitigen Tüpfelspalten kreuzen sich, sind 4·4—6·1 μ lang und 0·88 μ breit.

Holzparenchymzellen sind zweierlei vorhanden, von welchen die einen ein bedeutend geringeres Lumen besitzen als die Gefässe, die anderen hingegen den Gefässen bezüglich des Lumens nichts nachgeben. Treten nun erstere in Berührung mit den Gefässen, so entstehen gehöfte Tüpfel, deren Hof 6·6—16 μ lang und 3·9 μ breit ist, deren Spalt der Länge des Hofes gleichkömmt und eine Breite von 1·3 μ besitzt. Anders sehen die resultirenden gehöften Tüpfel dort aus, wo die Gefässe von jenen weiteren Holzparenchymzellen berührt werden; da ist der Tüpfelhof unregelmässig quer gedehnt, hat in dieser Richtung oft eine Länge von 29 μ und eine Breite von 6·6—7·9 μ, wobei der Spalt so breit wird, dass seine Umrisslinie von der des Hofes nur wenig absteht, ja stellenweise beide sich sogar decken; derartige Stellen geben dem Gefässe fast das Aussehen eines Netzfasergefässes.

Bei den Libriformtüpfeln besitzt der Hof einen Durchmesser von 2·6—3·5 μ, der Spalt (respective die innere Mündung des Tüpfelkanals) erreicht bei einer Breite von 0·79 μ eine Länge bis 7·9 μ, ragt also weit über die Hofgrenze hinaus (Fig. 3, *b*).

Etwas grösser und meist nach einer Richtung hin etwas gedehnt, ist der Hof bei den L. P. T.; als Durchmesser in der Richtung der stärksten Ausdehnung findet man 3·9—4·6; der Spalt, der mit dem der vorhergehenden Tüpfelart übereinstimmt bezüglich der Grösse, Form und Richtung des Verlaufes, verbindet sich wohl auch bei günstiger Situation mit den Spalten von Nachbartüpfeln zu Furchen (Fig. 3, *c*).

Auch bei den L. M. T. findet man dieselbe Spaltengrösse, wie sie den beiden vorhergehenden Tüpfelarten eigen, doch ist der Tüpfelhof quer gestreckt und hat eine Länge von 4·6—7·9 μ.

Capparis ferruginea L.

In Fig. 4 ist eines der Gefässe abgebildet, dessen Wand mit Gefässtüpfeln *(A)* bedeckt ist, bei welchen sich scheinbar die gegenseitigen Spalten kreuzen; in der That findet aber hier ein solches Kreuzen nicht statt, denn diese Erscheinung wird nur

durch den Umstand herbeigeführt, das der Tüpfelkanal während seines Verlaufes schraubig um seine Axe sich dreht.

Der Gefässtüpfelhof ist rund mit einem Durchmesser von 5·3—6·6 μ; die äussere Mündung des Tüpfelkanals ist in der Länge bloss um 0·66 μ kürzer als der Hofdurchmesser; ihre Breite beträgt 0·88μ; die inneren auch spaltenförmigen Mündungen der Tüpfelkanäle hingegen werden oft so lang, dass die neben einander stehenden Tüpfel nicht selten zu langen, über mehrere Höfe sich hinziehenden Furchen vereinigen, doch geht diess hier nie so weit, wie bei *Betula papyracea*.

Das in Fig. 4 abgebildete Gefäss grenzt rechts an Holzparenchym-, links an Markstrahlzellen und weist in seiner untersten rechten Partie Gef. Par. Tpfl. auf, die sich auch in der angrenzenden Holzparenchymzelle vorfinden. Der Hof dieser Tüpfel (Fig. 4, *B*.) hat eine Länge von 4·6—7·2 μ, doch finden sich auch solche vor, wo die Hoflänge bis 10 μ steigt, während die Hofbreite viel constanter ist, und zwischen den engeren Grenzen von 3·5—3·9 μ schwankt.

G. L. T. finden sich wohl auch vor, aber sehr vereinzelt; in der Regel bleibt die Berührungswand zwischen Gefäss und Libriformfaser von jeglicher Tüpfelbildung frei.

Bei den Libriformtüpfeln kann man den Hof auf der Flächenansicht nicht unterscheiden. Auf dem Tangentialschnitte zeigen die durchschnittenen radialen Zellwände die Tüpfelkanäle mit aller Deutlichkeit, vom Hofe selbst aber ist beiderseits der trennenden Mittellamelle kaum ein leichter Schatten zu bemerken (Fig. 5, *a*); nimmt man dagegen den Querschnitt her, so kann man den Hof ganz deutlich unterscheiden, da hier die Tüpfelkanäle nothwendig schmal erscheinen müssen (Fig. 5. *b*). Die Länge der sich kreuzenden Spalten beträgt durchschnittlich 4·6μ, die Breite 0·88 μ; der Hof zeigt auf dem Querschnitte einen Durchmesser von 2 μ.

Die G. M. T. weichen von den G. P. T. nicht viel ab; sie zeigen dieselben Unregelmässigkeiten, doch liegt ihre Hoflänge zwischen 5·3—10μ und die Breite des Hofes zwischen 2·6—4·4μ.

Der Hofdurchmesser bei den L. M. T. beträgt 2—3·3 μ, die Spaltenlänge 3·5—5·3 μ, wogegen bei den L. P. T. der Spalt

3·9 μ lang ist, welche Grösse auch dem Hofdurchmesser zukommt.

Cassia fastigiata Vahl.

Das Holzgewebe besteht aus radiär abwechselnden Lagen von Holzparenchymzellen und Libriformfasern. In den Holzparenchymschichten treten nun die mächtigen, bis 310·8 μ im Querdurchmesser haltenden Gefässe auf, welche schon mit freiem Auge auf allen drei Schnitten sehr deutlich wahrgenommen werden können. Gefässtüpfel findet man auf dem Tangentialschnitte, während der Radialschnitt nur G. P. und G. M. T bieten kann; dass man die G. P. T. mit nicht geringerem Erfolge auch auf dem Tangentialschnitte suchen wird, ist selbstverständlich, grenzen doch die Gefässe mit ihren tangentialen Wänden dort, wo sie nicht auf ein zweites Gefäss treffen, nur an Holzparenchymzellen.

Die Gefässtüpfel (Fig. 6, *a*) haben polygonale Höfe, welche einen Durchmesser von 5·9—9·2 μ zeigen, und einen Tüpfelspalt, welcher 4·6—6·1 μ lang und 2 μ breit ist. Bei der Flächenansicht sieht man in den Spalten eine scheinbare Punktirung; betrachtet man aber eine derartige Berührungswand zweier Gefässe auf dem Querschnitte, so sieht man mit aller Deutlichkeit, dass der äussere Mündungsrand des spaltenförmigen Tüpfelcanales gerieft ist (Fig 6, *b*), durch welche Riefung allein jener obige Eindruck hervorgebracht wird.

Die G. P. und G. M. T. weichen hier nicht wesentlich von einander ab; ihre Höfe sind meist elliptisch, 5·3—8·6 μ lang und 5·3—7 μ breit; der Tüpfelspalt hat eine Länge von 4·6—7·9 μ und eine Breite von 3·3—3·9 μ, auch ist hier die äussere Mündung mit oberwähnter Riefung versehen. Sowohl bei diesen, wie auch bei den Gefässtüpfeln (doch bei letzteren seltener) tritt der Fall ein, dass die inneren Mündungen der Tüpfelcanäle öfters zu langen Furchen verschmelzen. Fig. 5, *b* zeigt eine derartige Furchenbildung bei Gefässtüpfeln im Querschnitte; die Furche erstreckt sich da über vier Höfe.

Die Spalten der Libriformtüpfel haben eine Länge von 4·6 μ; Der Hof ist seiner Kleinheit wegen nicht mit Sicherheit abzumessen.

Bei den L. M. T. hat der Hof einen Durchmesser von 2 μ, während der Spalt ebenso lang ist wie bei den Libriformtüpfeln.

G. L. T. fehlen.

Rosa sempervirens L.

Die Gefässtüpfel stehen mehr gedrängt, ihr Hof ist mehr weniger unregelmässig polygonal und hat einen Durchmesser von 7·2—7·9 μ; die gegenseitigen Spalten kreuzen sich, haben eine Länge von 3·9—5·3 μ und eine Breite von 0·88 μ. Dergleichen Tüpfel in einem der engeren Gefässe sind in Fig. 7, *a* abgebildet. Dieses Gefäss grenzt links an eine Libriformfaser, rechts zum Theile an Markstrahlzellen.

Die Höfe der G. P. T. sind, obzwar ziemlich dicht gestellt, doch rundlich, kreisförmig, oder quer elliptisch, ihre Länge beträgt 6·6 — 8·6 μ, die Breite 5·9 — 7·2 μ; der Spalt ist 4·6—5·9 μ lang und 1·3 μ breit; bei den G. M. T. beträgt die Spaltenbreite nicht selten 3·9 μ, bezüglich der Höfe stimmen sie jedoch mit der vorhergehenden Tüpfelart überein.

G. L. T. begegnet man hier häufiger als diess bei anderen Hölzern der Fall zu sein pflegt; ihr kreisförmiger Hof hat einen Durchmesser von 5·3—7·2 μ und eine Spaltenlänge von 4·6—5·3 μ. Dieselben Dimensionen finden sich bei den Libriformtüpfeln. (Taf. 7, *b*.)

Bei den L. P. T. findet sich eine Spaltenlänge von 2·6—3·5 μ; der Hofdurchmesser ist gleich der Spaltenlänge, der Hof selbst in der zur Richtung des Spaltes Senkrechten etwas gedehnt. Dasselbe gilt von den L. M. T.

Amygdalus communis L.

Die Gefässtüpfel (Fig. 8) zeigen da keine einheitliche Grösse, wie denn auch bezüglich der Gruppirung und des gegenseitigen Abstandes keine Einheit obwaltet. Wo diese gehöften Tüpfel mehr vereinzelt auftreten, da kann man sie von den rund gehöften G. L. T. nur durch den einfachen queren Tüpfelspalt unterscheiden; wo sie hingegen dichter sich gesellen, da dehnen sich die Höfe meist in die Quere; drängen sie sich, wie öfter, gruppenweise dicht zusammen, so bekommen

sie polygonale Hofumrisse; der längste Durchmesser des Hofes schwankt zwischen 4·6—15 μ, der kürzeste zwischen 4·4—7·2 μ.

Die G. L. T. auf der Gefässwand schon durch ihre Anordnung in Longitudinalreihen und dadurch erkennbar, dass von den sich kreuzenden Spalten der eine schief aufsteigend, der andere mehr weniger senkrecht zur Gefässaxe gestellt ist, haben viel constantere Grössenverhältnisse; der Hof hat einen Durchmesser von 4·6—5·9 μ, der Spalt ist etwa um 1·3 μ kürzer als der jeweilige Hofdurchmesser und besitzt eine Breite von 0·66 μ.

Bei den G. P. und G. M. T. hat der Hof eine Länge von 3·9—9·2 μ und eine Breite von 1·3—2 μ; der Spalt ist sehr breit, desshalb der Hof oft nur als schmaler Schattenrand sichtbar.

Die Spalten der Libriformtüpfel sind 3·3—5·3 μ lang und 0·66—0·88 μ breit; der Hofdurchmesser beträgt 3·2—5·3 μ.

Der Hof der L. M. T. misst 3·9—4·6 μ, die Spaltenlänge gleicht 3·3—5·3 μ.

Speciell will ich noch darauf aufmerksam machen, dass ich bei diesem Holze mit aller Leichtigkeit die Hofscheidewand, hie und da auch deren scheibenförmige Verdickung beobachten konnte.

Salix nigra Mhlbrg.

Da Holzparenchymzellen hier gänzlich fehlen, und G. L. T. nicht zur Ausbildung gelangen, so beschränkt sich die Zahl der Tüpfelarten, welche ein Gefäss bei Abwesenheit der Tracheiden aufweisen kann, bloss auf zwei, nämlich auf Gefässtüpfel und G. M. T.

Die Gefässtüpfel (Fig. 9, *a*) haben unregelmässig polygonale Höfe mit einem Durchmesser von 5·3—11 μ, der Spalt ist 2·6—5·3 μ lang und 0·88 μ breit. Zwischen Spalt und Hofcontouren befindet sich aber noch ein mittlerer Ring, der nichts Anderes ist als die erweiterte innere Mündung des Tüpfelcanales; die Umrisse dieser Mündung sind je nach der Dehnung des Hofes kreisrund oder elliptisch, laufen also weder mit den Hofgrenzen, noch mit der Contour der äusseren spaltenförmigen Mündung parallel. Dass diese Deutung des Mittelringes richtig ist, zeigen die in Fig. 9 abgebildeten obersten Gefässtüpfel, bei welchen der Hof theilweise oder total durch den Schnitt weggenommen wurde und immer noch jenen um den Spalt verlaufenden

Zwischenring zeigt. Dieser Ring hat einen durchschnittlichen Durchmesser von 3·9—7·9 μ.

Die G. M. T. besitzen schöne, scharf umschriebene polygonale Höfe, bezüglich welcher sie in den Ausmassen nur wenig von denen der Gefässtüpfel abweichen, und wo eine solche Abweichung erfolgt, da stellen sich die gewonnenen Zahlen immer höher. Die Umrisse des Tüpfelcanales nähern sich so weit den Hofumrissen, dass man Mühe hat, auf der Flächenansicht beide von einander zu unterscheiden.

Die Libriformtüpfel haben eine Spaltenlänge von 2 μ; der Hofdurchmesser ist 1·3 μ lang. Dieselben Grössen zeigen die L. M. T.

Jacaranda ovalifolia R. Br.

Die Höfe der Gefässtüpfel sind rundlich, zeigen einen Durchmesser von 7·9—9·2 μ. Wie bei *Cassia fastigiata*, so ist auch hier der Tüpfelcanal an seiner äusseren Mündung gerieft; die Länge des Spaltes ist 6·5—7·9 μ, seine Breite 2 μ; es kommt aber häufig vor, dass die inneren Mündungen der Canäle zu langen Furchen verschmelzen, in welchem Falle sie dann auch gewöhnlich eine grössere Breite erreichen, so dass Fälle, wo diese 3·9 μ beträgt, nicht selten sind.

Fig. 10 zeigt zwei Gefässfragmente, deren Wände mit Gefässtüpfeln bedeckt sind. In dem oberen Gefässe sind scheinbar ganz ungehöfte, spaltenförmige Tüpfel vorhanden, es ist das aber bloss dem Umstande zuzuschreiben, dass der bei der Anfertigung des Präparates geführte Schnitt hier die Höfe der Tüpfel mit weggenommen hat; die längeren Spalten sind nichts Anderes, als die zu Furchen verschmolzenen inneren Mündungen mehrerer Tüpfelcanäle.

Die G. P. T. haben einen durchschnittlichen Durchmesser von 8 μ, sind jedoch keineswegs kreisrund, sondern bald in dieser, bald in jener Richtung mehr gedehnt; die Spaltenlänge richtet sich nach der Querdimension des Hofes, die Breite schwankt zwischen 0·8—2 μ. Ebenso verhalten sich die G. M. T.

Libriformtüpfel sind ziemlich spärlich vorhanden, ihr Hof hat einen Durchmesser von 3·3—3·9 μ; der Spalt 0·66 μ breit, hat eine Länge von 5·2—13 μ.

Der Hof der L. P. T., die nur selten zu sehen sind, misst 2—2·6 μ, der Spalt 0·8—0·9 μ, welche Grössen auch den L. M. T. zukommen.

Tamarindus indica L.

Da die Gefässe oft einzeln, meist aber partienweise mit ihren tangentialen Wänden sich berührend, in Holzparenchymzellen so zu sagen eingebettet sind, so folgt, dass dieselben, abgesehen von den G. M. T. nur zwei Tüpfelarten aufweisen werden, und zwar Gefässtüpfel und G. P. T. Dass bei Gefässen, die isolirt im Holzparenchym stehen nur G. P., eventuell auch G. M. T. vorkommen werden, versteht sich von selbst; ebenso ist einleuchtend, dass bei den colonienweise gruppirten Gefässen die Gefässtüpfel vorwiegend auf dem Tangentialschnitte, die G. P. T. vorwiegend auf dem Radialschnitte zu sehen sein werden. Es wird hier manchmal schwer, Gefässtüpfel von G. P. T. zu unterscheiden; will man beide Arten auseinander halten, so ist es unbedingt nöthig, grössere Partien ins Auge zu fassen, um nach den wandelbaren Grössenverhältnissen des Tüpfelspaltes auf G. P. T. schliessen zu können.

Die Länge des unregelmässig polygonalen Hofes der Gefässtüpfel (Fig. 11) ist 7·9—15 μ, die Breite 6·6—9·8 μ; der Tüpfelcanal erweitert sich nach dem Gefässlumen hin und zeigt eine feine Riefung; seine äussere Mündung ist 3·5 — 7 μ lang, und und 0·9—1·3 μ breit.

Die Hoflänge der G. P. T. ist 5·9—13 μ, die Hofbreite 4·6—7·2. Der Spalt, dessen Canal wohl auch hie und da gerieft erscheint, hat oft die Dimensionen wie bei den Gefässtüpfeln; meist erweitert er sich stark.

Ähnliches lässt sich von den G. M. T. sagen, doch wird bei ihnen der Spalt in seiner Länge nicht selten bis zu 2·6 μ herabgesetzt.

Der Hof der Libriformtüpfel hat einen Durchmesser von 2—3·3 μ, die Spaltenlänge beträgt 5·3 μ. Bei den L. M. T. beträgt der Hofdurchmesser 2—2·6 μ, die Spaltenlänge 3·2 μ.

L. P. T. konnte ich nicht direct beobachten, doch zweifle ich keineswegs an ihrem Vorhandensein.

Laurus Camphora L.

Bei den Gefässtüpfeln (Fig 12 *A*), deren polygonaler Hof $7\cdot9-13\cdot1\,\mu$ im Durchmesser hat, erweitert sich die innere Mündung des Tüpfelcanales quer spaltenförmig und zu ihr steht die äussere Mündung unter einem spitzen Winkel geneigt. Die äussere Mündung hat eine Länge von $5\cdot3-5\cdot9\,\mu$ und ist $1\cdot3\,\mu$ breit; die Umgrenzungscontouren der inneren Mündung sind verschwommen.

Der längste Hofdurchmesser bei den G. P. T. beträgt $5\cdot3-12\,\mu$ und der kürzeste $6-7\cdot9\,\mu$; die Höfe sind also meist rundlich, nicht so stark quer gedehnt, wie es bei den G. M. T. der Fall ist; die Spalten sind meist weit und nicht selten verbinden sich die inneren Mündungen zu Rinnen, die sich über 2—3 Höfe erstrecken.

Ist bei der vorhergehenden Tüpfelart noch eine gewisse mehr weniger sich geltend machende Regelmässigkeit vorhanden gewesen, so wird eine solche bei den G. M. T. vermisst. Der Hof kann bei dieser Tüpfelart nach allen Richtungen hin sich dehnen, hat eine Länge von $9\cdot2-52\,\mu$ hält sich aber bezüglich seiner Breite zwischen $7\cdot9-10\,\mu$.

Der Spalt der Libriformtüpfel ist $2-2\cdot6\,\mu$ lang und $0\cdot6-0\cdot9\,\mu$ breit; der Hof hat einen Durchmesser von $0\cdot9\,\mu$. Hof und Spalt der L. P. und L. M. T. besitzen dieselben Grössen.

Celtis australis L.

Da die Gefässe meist vereinzelt zwischen den Libriformfasern stehen, so hat man nicht gerade häufig Gelegenheit, Gefässtüpfel beobachten zu können; häufiger findet man sie auf dem Tangential- als auf dem Radialschnitte. Auch G. P. T. sind selten, da das Holzparenchym nur spärlich vorhanden ist; G. L. T. dagegen fehlen gänzlich, es bleiben also häufig ausgedehnte Partien der Gefässwand von aller Tüpfelbildung frei, nichts aufweisend als tertiäre Verdickungsmassen in Form spiraliger Bänder.

Der Durchmesser des meist polygonalen, höchst selten runden Hofes der Gefässtüpfel (Fig. 13) ist $9\cdot8-12\,\mu$; der Spalt ist $3\cdot3-5\cdot3\,\mu$ lang, $1\cdot3\,\mu$ breit.

G. P. T. fand ich nur auf dem Radialschnitte. Der Hof dieser Tüpfel, meist quer elliptisch gestaltet, ist 4·6—9·2 μ lang und 3·9—5·3 μ breit; der Spalt besitzt die Länge des längsten Hofdurchmessers und eine Breite von 0·88 μ.

Der Hof bei den G. M. T. ist 5·3—7·2 μ lang und 5·3—6·5 μ breit; bezüglich des Spaltes gelten die bei der vorhergehenden Tüpfelart angeführten Daten.

Libriformtüpfel finden sich nur in den radialen Wänden; ihr Spalt ist 2·6—4·6 μ lang, 0·66 μ breit; der Hofdurchmesser ist 1·3—1·8 μ lang.

Der Spalt der L. P. und L. M. T. ist 2·6—4·6 μ lang, 0·66 μ breit; der Hofdurchmesser beträgt 1·3—1·8 μ.

Philadelphus coronarius L.

Libriformfasern fehlen dem Holze dieser Pflanze gänzlich, ihre Stelle wird lediglich durch Tracheiden eingenommen.

Die Gefässtüpfel sind derart quer gestreckt, dass sie meist die ganze Breite der Wand einnehmen, mit welcher ein Gefäss an ein Nachbargefäss stösst. Die geringste Ausdehnung des Hofes, gemessen nach dem längsten Durchmesser beträgt 3·9 μ, die grösste 26 μ; die Breite des Hofes ist in allen Fällen 3·9 μ. Der Tüpfelspalt ist um 2·6 μ kürzer als der jeweilige längste Hofdurchmesser und hat eine Breite von 1·3 μ.

Während die Gefässtüpfel in der Längsrichtung des Gefässes eng an einander sich reihen, stehen die G. Tr. T. weit von einander in Longitudinalreihen geordnet; ihr kreisförmiger Hof hat einen Durchmesser von 4·6 μ, die Spalten sind 3·3 μ lang, und 0·66 breit (Fig. 14 *C*).

G. P. wie G. M. T. haben einen scharf markirten Hof von linsenförmiger Gestalt der 2—3·5 μ lang und 1·3—2 μ breit ist; der Spalt hat eine Länge von 1·3—2·6 μ, eine Breite von 0·66 μ. (Fig. 14, *B*.)

Bei den Tracheidentüpfeln ist der Hofdurchmesser 3·3 μ, die Spaltenlänge 2·6 μ, die Spaltenbreite 0·66 μ. (Fig. 14, *D*).

Tr. M. und Tr. P. T. besitzen einen Hofdurchmesser von 2·6 μ, welche Länge auch dem Spalte zukommt, dessen Breite 0·66 μ ist.

Arbutus Unedo L.

Die Gefässtüpfel, wie sie das in Fig. 15 abgebildete Gefäss zeigt, kommen vorzugsweise in den Tangentialwänden der Gefässe vor; sie besitzen einen kreisrunden oder doch rundlichen Hof vom Durchmesser 10·5—12·5 μ; es kommen wohl auch hie und da polygonale Höfe vor, doch ist diese Erscheinung nur vereinzelt. Der Tüpfelspalt ist 5·3—7 μ lang, 1·3 μ breit.

Die Hoflänge der G. P. T. schwankt zwischen 4·6—11 μ, die Hofbreite zwischen 4·4—5·3 μ. Die Contouren des Tüpfels sind mit den Hofcontouren meist parallel und es beträgt der Abstand zwischen beiden 0·6—0·9 μ.

Bei den Libriformtüpfeln hat der Hof einen Durchmesser von 2—2·6 μ, der Spalt ist 3·5—4·6 μ lang, 0·9 μ breit. Die Hoflänge der L. M. T. ist 2·6 μ, die der L. P. T. 3·9 μ; der Spalt hingegen ist bei beiden Tüpfelarten 3·5—4·6 μ lang.

Inga dulcis Willd.

Das Holzparenchym ist da in mächtigen Lagen vorhanden und in ihm sind die meist mit ihren tangentialen Wänden sich berührenden Gefässe eingebettet; das Libriform ist sonach von jeder Berührung mit den Gefässen ausgeschlossen.

Die Höfe der Gefässtüpfel (Fig. 16, *A*) sind unregelmässig polygonal, besitzen einen Durchmesser von 6·1—18 μ; der Spalt hat an seiner äusseren Mündung 3·9—10 μ Länge und 1·8 μ Breite; die innere Mündung ist 2·6 μ breit, wird aber oft so lang, dass sie mit der von Nachbartüpfeln zu längeren Rinnen sich verbindet. Fig. 17, *a* gibt eine derartige Rinnenbildung in einer quer durchschnittenen Berührungswand zweier Gefässe wieder, während Fig. 17, *b* solche Rinnen bei vergrössertem Massstabe von der Flächenansicht zur Anschauung bringt; aus den beiden Figuren ist zugleich ersichtlich, dass hier der Tüpfelcanal gerieft ist.

G. P. T. sind da eine sehr häufige Erscheinung namentlich auf dem Radialschnitte. Diese, so wie die G. M. T., halten sich hier in bescheidenen Grenzen, arten nicht in jene extravaganten Formen aus, wie man sie bei diesen beiden Tüpfelarten zu sehen gewohnt ist. Der Hof ist 6·6—16 μ lang, 4·6—6·6 μ breit; der Spalt ist um 2·6 μ kürzer als die betreffende Hoflänge und

1·3—2 μ breit; auch hier zeigt der Canal von seiner äusseren Mündung her eine Riefung.

Bei den Libriformtüpfeln ist der Spalt nur 1·3 μ, der Hofdurchmesser 0·9 μ lang; dagegen gibt es L. M. T., bei welchen der Hofdurchmesser 3·2—4·4 μ beträgt und deren Spalt dieselbe Länge besitzt.

Vitis riparia Mich.

Die Gefässtüpfel der zahlreich vorhandenen Gefässe sind quer gestreckt, in der Longitudinalrichtung eng an einander gereiht, meist die ganze Breite der Berührungswand einnehmend. Fig. 18 zeigt zwei solcher Gefässe kleineren Lumens, in welchen der Gefässtüpfelhof 10·5—34·2 μ lang, 1·3 μ breit ist; der Spalt ist um 1·3 μ kürzer als der grösste Durchmesser des Hofes und hat eine Breite von 1·8 μ. Dass in den weiteren Gefässen auch die Hoflänge relativ grösser ausfallen wird, leuchtet ein; so konnte ich einige Gefässtüpfel beobachten, bei welchen dieselbe 68 μ betrug, doch dürfte selbst mit dieser Länge noch keineswegs die äusserste Grenze erreicht sein.

Bei den G. P. T. ist der Hof 6·6—18 μ lang und 2·6—5·3 μ breit; der Spalt variirt sehr bezüglich seiner Breite. Bei sonst gleich bleibenden Verhältnissen, wie bei der vorhergehenden Tüpfelart, kann der Hof der G. M. T. auch eine Länge von 29 μ erreichen.

Das Libriform tritt hier als sogenanntes gefächertes Libriform auf; seine Tüpfel sind sehr selten, bieten auch bei ihrer Kleinheit für die Abmessung keine günstigen Anhaltspunkte.

Ocotea caledonica. Auct.

Hier könnte man beim Suchen nach Gefässtüpfeln sehr leicht in Verlegenheit kommen, da man niemals Stellen trifft, wo zwei Gefässe sich mit ihren Längswänden berühren; dagegen ist die sehr stark geneigte Querscheidewand zweier Gefässe ungemein lang, und es tritt da der nicht sehr häufige Fall ein, [1]

[1] Eine analoge Ausbildung der Querscheidewand findet sich bei *Quassia amara. Psatura borbonica* (Fig. 3), *Emblica officinalis*, *Ptelea trifoliata* und *Celtis australis* (Fig. 13), nur ist bei diesen die Communicationspartie total resorbirt, bildet also hier ein einfaches Loch.

dass diese Trennungswand gegen ihre Enden, d. h. gegen oben und unten hin sich ganz so verhält, wie die Berührungswand zweier Gefässe, also gehöfte Tüpfel ausgebildet, während ihre mittlere Partie leiterförmig durchbrochen erscheint (Fig. 19, *Q*), wodurch die Gefässe in offene Communication treten. Die Gefässtüpfel Fig. 19, *A*) haben eine Hofbreite von 3·9 μ; die Hoflänge richtet sich nach der Breite der Scheidewand, und kann bis 81·6 μ vielleicht auch noch darüber steigen, der Spalt ist um 2·7—3·2 μ kürzer als der Hof.

Nicht minder bedeutende Dimensionen kann der Hof der G. M. T. erreichen, doch ist der Spalt in seiner Breite nicht constant. Wie Fig. 20 *D* zeigt, kann auch hier der Hof bei einer Breite von 5·3 μ eine Länge von 74 μ erreichen, anderseits aber bis zu einer Länge von 6·6 μ und einer Breite von 4·6 μ herabsinken, in welch letzterem Falle der Spalt 2·6 μ lang, und 1·3 μ breit ist. Diese Tüpfel lassen sich also auf keine Weise in ein einheitliches Schema bringen.

Da das Holz hier ganz frei ist von Holzparenchymzellen, so kann da selbstverständlich weder von G. P. noch von L. P. T. die Rede sein.

G. L. T. kommen sehr spärlich vor; ihr Hof, von kreisförmiger Gestalt, hat durchschnittlich einen Durchmesser von 6·6—7·9 μ; der Spalt besitzt eine Breite von 0·9 μ und eine Länge von 4·3—6 μ; der schief aufsteigende, also der Spalt auf Seite der Libriformfasern reicht meist über die Hofgrenzen hinaus.

Die Libriformtüpfel haben ungemein lange, mit der Längsaxe der Libriformfasern fast parallel verlaufende Spalten (Fig. 19, *C*), daher ein Kreuzen derselben oft gar nicht oder doch nur in sehr geringem Masse stattfindet; die Länge dieser Spalten ist meist 16 μ, hie und da wohl auch darüber, die Breite 0·9—1·3 μ. Vom Hofe ist auf der Flächenansicht oft nichts oder links und rechts der Mitte des Spaltes nur ein leichter Schatten zu bemerken, ein Abmessen seines Durchmessers wird also wohl am besten auf dem Querschnitte vorgenommen werden können; der Durchmesser hat eine Länge von 5·3 μ.

Der sich scharf abzeichnende Hof der L. M. T. (Fig. 20, *B*) hat eine Länge von 5·3—7·2 μ und eine Breite von 5·3 μ, ist

also bald kreisförmig, bald quer elliptisch gestaltet. Der Spalt ist in seinen Ausmassen gleich dem der Libriformtüpfel, wie er auch bezüglich seiner Stellung zur Longitudialaxe der Libriformfaser dasselbe Verhalten zeigt.

Thuja occidentalis L.

Als massgebendste Abweichung der *Thuja occidentalis* von *Thuja orientalis* ist die, dass die Tr. M. T. bei ersterer ihren Spalt im Frühlingsholze stark erweitert haben, was ich bei letzterer nie beobachten konnte, während die Tr. M. T. (Fig. 21, tm.) des Herbst- und Winterholzes bei beiden Species in jeder Beziehung übereinstimmen.

Je nachdem die Tracheidentüpfel (Fig. 21, *a*) im Winter- oder im Frühlingsholze auftreten, beziffert sich ihr Hofdurchmesser auf 7·9—16 μ, welche Grenzen durch allmälige Übergänge verbunden werden. Die Höfe dieser Tüpfel sind kreisförmig, doch häufiger quer elliptisch; der Tüpfelcanal erweitert sich nach dem Zelllumen hin nicht unbedeutend und hat an seiner äusseren Mündung einen Durchmesser von 3·9—4·6 μ; die innere Mündung ist entweder mehr weniger rund oder elliptisch, mit dem Hofringe parallel oder auch nicht; nur im Winterholze kommen auch Tracheidentüpfel vor, die einen einfachen Spalt besitzen.

Cupressus sempervirens L.

Der Durchmesser des Hofes der Tracheidentüpfel (Fig. 22, *A*) liegt da zwischen 7·9 und 21 μ; der Hof hat im Allgemeinen eine rundliche bis vollkommen kreisrunde Form. Häufig weisen da die Tüpfel auch schöne Sculpturverhältnisse auf in Form von zarten Riefen, welche von der Grenze des Hofes gegen die Mitte zu verlaufen; man kann diess vorwiegend an den ersten Partien des Frühlingsholzes beobachten. Soweit ich mich überzeugen konnte, gehört diese Riefung nur der primären Zellwand, also der Hofscheidewand an; an einer besonders geglückten in Fig. 23 abgebildeten Partie, wo der Schnitt die Tüpfel derart getroffen, dass ein Theil der Scheidewand stehen geblieben, sah ich nämlich, dass die Riefung nur über dieses Fragment der Theilungswand sich erstreckte, somit wohl auch lediglich nur ihr angehören konnte.

Der Tüpfelcanal der Tracheidentüpfel, welcher an seiner äusseren runden Mündung 3·3—3·9 μ misst, erweitert sich nach dem Lumen der Tracheide hin weit spaltenförmig.

Bei den Tr. M. T. hat der Hof einen Durchmesser von 10—12 μ, der Spalt ist 5·3—5·9 μ lang und 2 μ breit.

Die Harzbehälter kommen vorwiegend im Winterholze vor und die Tüpfel, welche die Tracheiden mit ihnen bilden, fallen bezüglich der Form und Grösse ganz in die Kategorie der Tr. M. T.

Larix eurropaea D. C.

Während das Winterholz fast ganz ohne Tracheidentüpfel ist, bietet das Frühjahrsholz dieselben in wohl ausgebildeten Formen dar (Fig. 24). In den ersten Lagen des Frühjahrsholzes pflegt der Hof der Tracheidentüpfel quer oval oder elliptisch gestaltet zu sein, in den Partien aber, welche den allmäligen Übergang zum Winterholze vermitteln, rundet sich der Hof immer mehr ab und wird schliesslich ganz kreisförmig. Der längste Hofdurchmesser ist 7·9—25 μ, der kürzeste 7·9—17 μ lang; die äusserste Mündung des Tüpfelcanales hat eine Länge von 2·6—7·2 μ und eine Breite von 2·6—4·6 μ.

Wenn auch im Winterholze fast durchwegs Tracheidentüpfel fehlen, so sind doch stets Tr. M. T. vorhanden, deren Hof hier 7·2 μ im Durchmesser hat, deren Spalt 4·6—5·9 μ lang und 0·9—1·3 μ breit ist, während er im Frühjahrsholze bei gleichbleibender Länge bis 3·9 μ breit werden kann.

Tsuga canadensis Car.

Der Hof der Tracheidentüpfel ist meist quer elliptisch, in den engen Tracheiden des Winterholzes wohl auch kreisrund; im letzteren Falle sind einfache, sich kreuzende Tüpfelspalten vorhanden. Die Länge des Hofes beträgt 7·9—28 μ, dessen Breite 7·9—15·8 μ; der Tüpfelcanal erweitert sich nach dem Zellraume hin, seine Mündungscontouren laufen (mit Ausnahme der Tracheidentüpfel des Winterholzes) parallel mit den Hofumrissen; die äussere Mündung ist 3·3—10 μ lang, 3·3 bis 3·9 μ breit.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigen die Tr. M. T. Jene Tüpfel, welche von den äussersten (respective obersten

und untersten) Zellen des Markstrahles mit den Tracheiden gebildet werden, sind klein, mit rundem, 7·9 — 10 μ im Durchmesser haltendem Hofe, der Tüpfelcanal ist entweder rund oder spaltenförmig. Betrachtet man hingegen jene Tr. M. T., welche den zwischenliegenden Zellen des Markstrahles ihr Entstehen verdanken, so findet man da gerade das Extrem des vorhergehenden Falles, indem sie ungemein weit und unregelmässig in ihrer Begrenzung sind, sowohl bezüglich das Holzes, wie des Tüpfelcanales; der Hof erscheint oft nur als schmaler Ring. Ganz dasselbe Verhalten zeigt sich bei *Pinus sylvestris*.

Nachstehend folgt eine übersichtliche Zusammenstellung der von mir untersuchten Holzarten nach der Grösse des Hofes ihrer Gefäss- oder Tracheidentüpfel (bei den Coniferen) geordnet.

Holzart	Durchmesser des Hofes		
	längster	kürzester	mittlerer
	in Mikromillimetern		
Milnea caledonica	1·9—3·9		2·9
Betula papyracea, Fig. 1	2·6—3·3		2·9
Olea europaea	3·3—3·9	1·9—3·3	3·1
Citrus vulgaris	3·9		3·9
Coffea sp.	3·9—4·6	3·3—3·9	3·9
Quassia amara	3·3—5·2		1·2
Sideroxylon cinereum	3·9—5·3	3·3—5·3	4·4
Clerodendron phlomoides, Fig. 2	4·5—4·6		4·5
Diospyros Ebenum	3·9—5·3	3·4—5·3	4·5
Balanites aegyptiaca	3·9—5·3		4·6
Citrus Aurantium pamp.	3·9—5·3		4·6
Tectona grandis	4·3—5·3		4·8
Nerium Oleander	4·6—5·3		4·9
Pterocarpus santalinus	3·7—6·9		5·3
Psatura borbonica, Fig. 3	4·6—6·6		5·6
Emblica officinalis	5·3—6·6		5·9
Capparis ferruginea, Fig. 4	5·3—6·6		5·9
Hippophaë rhamnoides	5·3—9·2	4·6	6·3
Styrax officinale	4·6—9·2	3·9—6·6	6·1
Rhus Cotinus	6·6—7·9	5·3—6·6	6·6
Ceratonia Siliqua	5·9—9·9	5·3—7·9	7·2
Ptelea trifoliata	6·6—7·9		7·2
Tilia grandifolia	7·2		7·2
Sapindus saponaria	6·6—9·9	6—7·2	7·4
Cassia fastigiata, Fig. 6	5·9—9·2		7·5
Pistacia Terebinthus	6·6—8·5		7·5
Rosa sempervirens, Fig. 7	7·2—7·9		7·5
Amygdalus communis, Fig. 8	4·6—15	4·4—7·2	7·8
Laurus nobilis	6·6—9·2		7·9

Holzart	Durchmesser des Hofes		
	längster	kürzester	mittlerer
	in Mikromillimetern		
Negundo fraxinifolium	6·6— 9·2		7·9
Salix nigra, Fig. 9	5·3—11		8·1
Mangifera indica	6 —10·8		8·4
Ulmus americana	7·2— 9·8		8·5
Jacaranda ovalifolia, Fig. 10	7·9— 9·2		8·5
Phyllirea angustifolia	7·9— 9·8		8·8
Fagus ferruginea	4·6—18·4	3·9	8·9
Discypellium caryophyllatum	7·9—11		9·4
Ostrya virginica	7·9—11		9·4
Tamarindus indica, Fig. 11	7·9—15	6·6— 9·8	9.8
Castanea vesca	7·9—17·7	6·8— 7·9	10
Laurus Camphora, Fig. 12	7·9—13·1		10·5
Mespilus coccinea	10·5		10·5
Celtis australis, Fig. 13	9·8—12		10·9
Liquidambar styraciflua	4·6—21		11·1
Philadelphus coronarius, Fig. 14	3·9—26·3	3·9	11·4
Arbutus Unedo, Fig. 15	10·5—12·5		11·5
Carpinus Betulus	9·2—14·4		11·8
Inga dulcis, Fig. 16	6·1—18		12
Vitis riparia, Fig. 18	10·5—34·2	1·3	15·3
Boswellia papyrifera	6·6—39·5	5·3—10·5	15·4
Monimia rotundifolia	7·9—65·8	4·6	26·1
Ocotea caledonica, Fig. 19	81·6— 3·9		42·7
Thuja orientalis	16 — 7·9		11·9
Thuja occidentalis, Fig. 21	16 — 7·9		11·9
Cupressus sempervirens, Fig. 22	21 — 7·9		14·4
Larix europaea, Fig. 24	7·9—25	7·9—17	14·4
Tsuga canadensis, Fig. 25	7·9—27·6	7·9—15·8	14·8
Araucaria Cookii	17·1—14·4		15·7

Erklärung der Abbildungen.

NB. Die Figuren sind mit Ausnahme von Fig. 5 *b* nach 500maliger Linearvergrösserung um $1/6$ verkleinert dargestellt. *G*=Gefäss; *HP*=Holzparenchymzelle; *M* = Markstrahl; *L* = Libriformfaser; *T*= Tracheide. Sämmtliche Schnitte sind dem Holze des betreffenden Holzgewächses entnommen.

Fig. 1. Tangentialschnitt von *Betula papyracea*. *A* = Gefässtüpfel.

„ 2. Tangentialschnitt von *Clerodendron phlomoides*. *A* = Gefässtüpfel; *B* = Gefäss-Parench.-Tüpfel.

„ 3. Tangentialschnitt von *Psatura borbonica*. *a* = Gefässtüpfel; *c* = Librif.-Parench-Tüpfel; = *b* Libriformtüpfel.

„ 4. *Capparis ferruginea*; Tangentialschnitt. *A* = Gefässtüpfel; *B* = Gefäss-Parench.-Tüpfel.

„ 5. *Capparis ferr*. *a* = Längsschnitt senkrecht geführt zur Wandebene zweier angrenzender Libriformfasern; *b* = quer durchschnittene Libriformfasern; *h* = Tüpfelhof; *k* = Tüpfelcanal.

„ 6. *Cassia fastigiata*. Tangentialschnitt. *a* = Gefässtüpfel; *b* = Querschnitt durch die Berührungswand zweier Gefässe.

„ 7. *Rosa sempervirens*. Tangentialschnitt. *a* = Gefässtüpfel; *b* = Libriformtüpfel.

„ 8. *Amygdalus communis*. Tangentialschnitt. *a* = Gefässtüpfel.

„ 9. *Salix nigra*. Tangentialschnitt. *a* = Gefässtüpfel.

„ 10. *Jacaranda ovalifolia*. Tangentialschnitt. *a* = Gefässtüpfel.

„ 11. *Tamarindus indica*. Tangentialschnitt. *a* = Gefässtüpfel; bei den rechts stehenden Gefässtüpfeln wurden die Höfe weggeschnitten, bloss die Spalten blieben stehen.

„ 12. *Laurus Camphora*. Tangentialschnitt. *A* = Gefässtüpfel.

„ 13. *Celtis australis*. Tangentialschnitt. *A* = Gefässtüpfel.

„ 14. *Philadelphus coronarius*. Tangentialschnitt. *A* = Gefässtüpfel; *B* = Gefäss-Parench.-Tüpfel; *C* = Gefäss-Tracheid-Tüpfel; *D* = Tracheidentüpfel; *G* = leiterförmig durchbrochene Querscheidewand.

„ 15. *Arbutus Unedo*. Tangentialschnitt. *A* = Gefässtüpfel.

„ 16. *Inga dulcis*. Tangentialschnitt. *A* = Gefässtüpfel.

„ 17. „ „ *a* = Querschnitt durch die Berührungswand zweier Gefässe, wo die inneren Mündungen dreier Tüpfelcanäle zu einer Rinne verschmolzen; *b* = eine Furche auf der Flächenansicht der Berührungswand stark vergrössert.

Fig. 18. *Vitis riparia.* Tangentialschnitt. *A* = Gefässtüpfel.

„ 19 u. 20. *Ocotea caledonica.* Radialschnitt. *A* = Gefässtüpfel; *B* = Libriform- Mark.- Tüpfel; *C* = Libriformtüpfel; *D* = Gefäs-Mark-Tüpfel; *Q* = leiterförmig durchbrochene Partie der Querscheidewand.

„ 21. *Thuja occidentalis.* Radialschnitt. *a* = Tracheidentüpfel. *tm* = Tracheid.-Mark-Tüpfel.

„ 22. *Cupressus sempervirens.* Radialschnitt. *A* = Tracheidentüpfel.

„ 23. „ „ Die Schnittebene weicht von der Ebene des Radialschnittes etwa um 5° ab. Durchschnittene Tracheidentüpfel; *s* = stehen gebliebener Theil der Hofscheidewand; *a* = innere, *b* = äussere Mündung des Tüpfelcanales, welcher der rückwärtigen angrenzenden Tracheide angehört.

„ 24. *Larix europaea.* Radialschnitt. *A* = Tracheidentüpfel; *hb* = Harzbehälter.

Fig. 1.

Fig. 2.

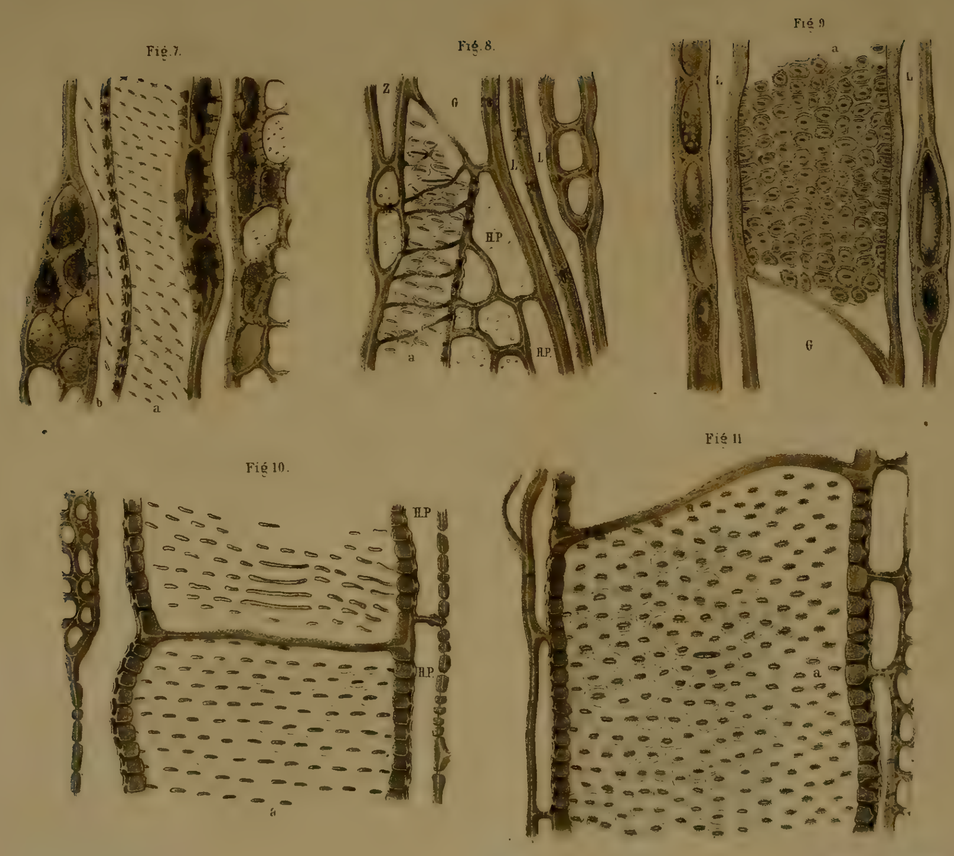
Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

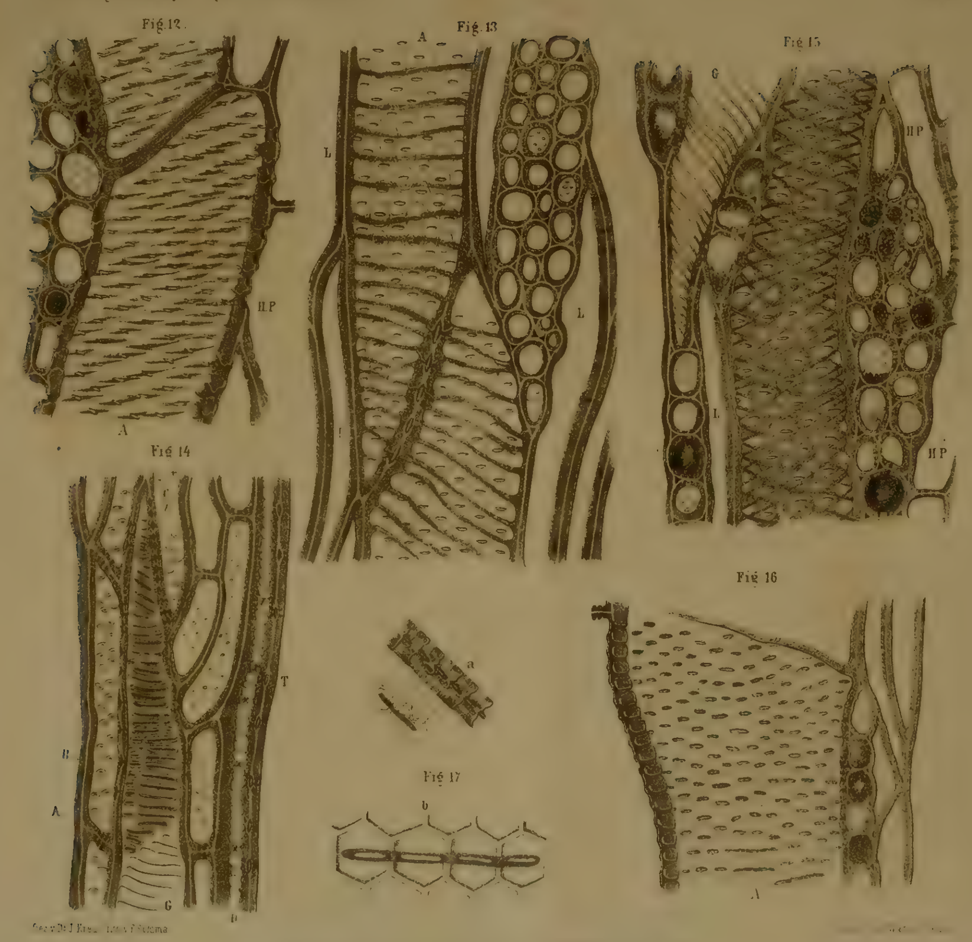




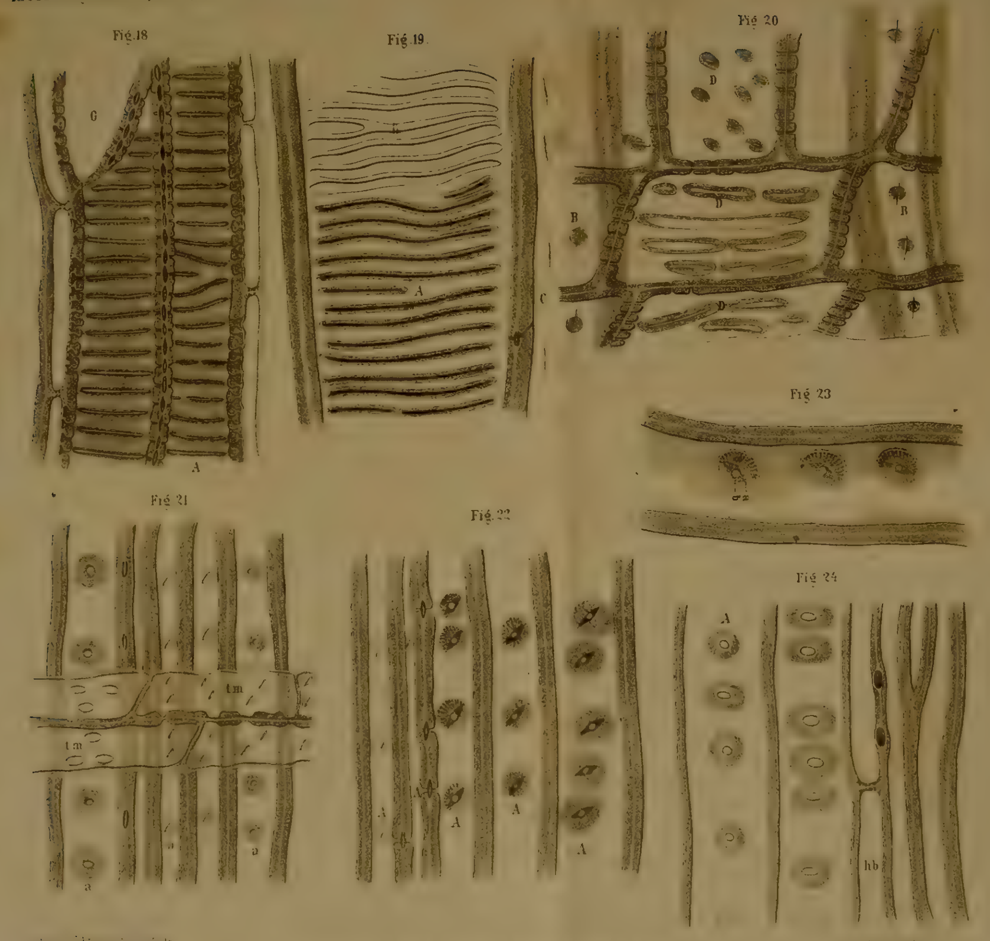
Gez. v. Dr. J. Kreuz. lith. v. F. Schima

Druck v. Jos. Wagner Wien




Fig. 12.
A
H.P
Fig. 13
A
L
L
Fig. 15
G
A
H P
L
H P
Fig. 14
H
A
T
G
Fig. 16
A
a
Fig. 17
b




Fig. 18
G
A
Fig. 19.
A
C
Fig. 20
D
B
Fig. 23
Fig. 21
tm
a
Fig. 22
A
Fig. 24
A
hb



Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität.

XI. Beiträge zur Lehre von der Festigkeit und Elasticität vegetabilischer Gewebe und Organe.

Von **Theodor v. Weinzierl.**

(Vorgelegt von Prof. Wiesner in der Sitzung am 19. Juli 1877.)

Einleitung.

Es ist in physiologischer Beziehung gewiss von grossem Interesse, die Festigkeits- und Elasticitätsverhältnisse pflanzlicher Organe und Gewebe genauer kennen zu lernen, weil sie nicht nur die Grundlage für die Kenntniss und richtige Auffassung der mechanischen Eigenschaften der Pflanzentheile, z. B. des Bastes, des Holzes etc. bilden, sondern auch desshalb, weil eine Reihe von wichtigen, die Baumechanik der Gewächse betreffenden Fragen auf diese Weise zur Lösung gelangen kann.

Allein, abgesehen von dem so ausgezeichneten Werke S. Schwendener's,[1] auf das ich später noch ausführlicher zu sprechen kommen werde, sind bis in die jüngste Zeit nur wenige von den zahlreichen Arbeiten über diesen Gegenstand von physiologischem Werthe, denn die meisten beziehen sich nur auf die Kenntniss von den technischen Eigenschaften der Hölzer und Fasern.

Die Untersuchungen von Du Hamel[2] können wir als die ersten über die physikalischen Eigenschaften der Holzgewächse

[1] S. Schwendener: Das mechanische Princip im anatomischen Baue der Monocotylen, Leipzig 1874.

[2] Physique des arbres, 1758 und de l'Exploitation des bois, 1764.

bezeichnen, auch enthalten sie schon Angaben über die Festigkeit wasserhaltiger und trockener Hölzer.

Später wurde von Charles Dupin[1] die Frage über die Festigkeit und Elasticität wieder bearbeitet und zwar fand der genannte Forscher durch unmittelbare Versuche eine Beziehung zwischen der Elasticität und dem specifischen Gewichte der Hölzer, wonach die schwersten Hölzer auch die am biegsamsten sein sollen. Eine genaue Bestimmung jedoch sowohl der Elasticität als auch der absoluten Festigkeit enthalten diese Untersuchungen nicht.

Ausser den Arbeiten über die Hölzer, welche eigentlich den grössten Theil der Literatur über diesen Gegenstand bilden, seien hier noch die Versuche über die Festigkeit und Elasticität vegetabilischer Fasern erwähnt, welche von Roxburgh[2] und Labillardière[3] ausgeführt wurden, von denen jedoch nur die des letzteren brauchbar sind, weil sich die Angaben Roxburgh's nur auf Seile beziehen. Eine Zusammenstellung der älteren Arbeiten in dieser Richtung hin findet sich bei Fechner,[4] über die neueren bei Nördlinger,[5] woselbst auch einige vom Autor selbst ausgeführte Experimente über die Festigkeit und Elasticität der Hölzer namhaft gemacht werden.

Die grösste Bedeutung für die Erkenntniss der mechanischen Eigenschaften der Pflanze hat unstreitig das epochemachende Werk Schwendener's, in welchem der Autor vom streng physikalischen Standpunkte ausgehend die Principien der Baumechanik auf die Pflanze anwendet und auf diese Weise eine grössere Klarheit in die Auffassung gewisser anatomischer Begriffe hineinbringt, als es bisher gethan wurde.

Der Verfasser stellt sich zuerst die Frage, ob im Gewebe der Gefässpflanzen auch bestimmte Elementarorgane vorhanden

---

[1] Charles Dupin: Expériences sur la force, la flexibilité et l'elasticité des bois. Paris 1813.

[2] In: Technical Repository, 1824.

[3] In: Annales du Museum d'hist. natur. II, pag. 474—484.

[4] Resultate der bis jetzt unternommenen Pflanzenanalysen. 1829. Vergl. Schuhmacher's Physik der Pflanze.

[5] Nördlinger: Die technischen Eigenschaften der Hölzer. 1860.

sind, welche eine rein mechanische Function zu vollführen haben, besitzen, und welche, gleichwie die Organe des trachealen Systemes der Durchlüftung, andere wieder der Assimilation und Wasserleitung dienen, zur Herstellung der erforderlichen Festigkeit in der Pflanze bestimmt sind.

Seine Untersuchungen führten zur Bejahung dieser Frage. Zu den sogenannten specifisch-mechanischen Zellen rechnet Schwendener aber nicht allein die Bastzellen und bastähnlichen Collenchymzellen, sondern auch Elemente des Holztheiles, welche in manchen Fällen eine eben so grosse Widerstandsfähigkeit besitzen als die Bastzellen.

Die mechanischen Zellen des Collenchyms modelliren sich, wie sich Schwendener ausdrückt, aus dem Parenchym heraus und sind vom collenchymatisch verdickten Parenchym kaum zu unterscheiden. Im jugendlichen noch parenchymatischen Zustande entfalten diese Zellen eine ausschliesslich assimilatorische Thätigkeit und je mehr ihre Form den prosenchymatischen Charakter annimmt, das Chlorophyll spärlicher wird, und endlich ganz verschwindet, ferner ihre Poren spaltenförmig und dabei longitudinal oder schwach schief gestellt erscheinen, hat die mechanische Function das Übergewicht über die assimilatorische.

Schwendener erklärt auch die oft so mächtigen und an verschiedenen Stellen des Blatt- und Stammquerschnittes gewisser Pflanzen auftretenden Bastanlagen, indem er darauf aufmerksam macht, dass die Bastzellen oder die Elemente des mechanischen Systemes vorzugsweise dort mächtig entwickelt sind, wo die Pflanze in hohem Grade auf Festigkeit in Anspruch genommen wird.[1]

In der vorliegenden Arbeit setzte ich nicht nur einige von Schwendener begonnene Versuche fort, sondern versuchte auch noch einige, wie mir scheint, physiologisch interessante

---

[1] Jüngst hat Prof. Dr. H. Leitgeb in Graz in einem Vortrage die Untersuchungen Schwendener's in schöner und geistvoller Darstellung und mit Beziehung auf das Darwin'sche Princip der Anpassung zusammengefasst. Da jedoch die in dieser Arbeit ausgesprochenen Ideen keinerlei Anknüpfungspunkte bieten für die von mir angestrebten Ziele, so habe ich sie hier auch keiner eingehenderen Besprechung unterzogen.

Fragen zu bearbeiten, welche die Zugfestigkeit und Elasticität verschiedener vegetabilischer Gewebe betreffen.

Die vorliegende Abhandlung bitte ich jedoch nur als einen kleinen Beitrag zur Lehre von der Festigkeit und Elasticität der vegetabilischen Organe und Gewebe anzusehen, welche bloss einige Lücken in der Kenntniss der mechanischen Eigenschaften der Pflanze ausfüllen soll.

I. Capitel.

Prüfung der absoluten Festigkeit und Elasticität lebender und todter (trockener) Pflanzentheile.

Obgleich es a priori schon nahe zu liegen scheint, dass die Verschiedenheit der lebenden und todten Pflanzentheile auch in ihren mechanischen Eigenschaften zum Ausdrucke kommen dürfte, und sich vielleicht in der verschiedenen Festigkeit und Elasticität lebender und todter Organe kund gibt, so ist doch dieser Unterschied bisher noch nicht Gegenstand einer genaueren Untersuchung gewesen.

Man beschäftigte sich bisher allerdings zu wiederholten Malen mit der Frage nach der Festigkeit und Elasticität todter, beziehungsweise trockener Pflanzentheile, wie z. B. der Hölzer und Fasern, jedoch wurden diese Versuche nicht immer mit der erforderlichen physikalischen Exactheit ausgeführt und auch nicht im Vergleiche mit den frischen noch lebenden Vegetationsorganen in Bezug auf ihre mechanische Leistungsfähigkeit eingehender abgehandelt.

Wenn auch die ersten Versuche, welche von Muschenbröck und Buffon[1] über den Einfluss des Wassergehaltes auf die Festigkeit von Hölzern angestellt wurden, zu unrichtigen Resultaten geführt haben, so sind sie in physiologischer Beziehung doch in soferne nicht ohne Belang, weil sie zur weiteren Ausarbeitung einer gewiss sehr wichtigen und interessanten Frage Anregung gegeben haben.

---

[1] Vergl. Nördlinger, l. c. pag. 386.

Zuerst widerlegte Du Hamel[1] die Anschauung der genannten Forscher, dass die Feuchtigkeit grüner Hölzer diesen eine grössere Festigkeit verleihe, indem er aufmerksam machte, dass durch die Saftfeuchtigkeit die Holzstücke von selbst einschlagen und auf der gekrümmten Seite etwas gedehnt und dadurch geschwächt werden.

Von nicht geringer Bedeutung für diese Frage sind auch die Versuche von Boucherie,[2] welcher zum ersten Male experimentell den Nachweis lieferte, dass vollständig trockenes Holz eine viel geringere Elasticität besitzt als solches, welches hygroskopische Feuchtigkeit in einiger Menge enthält.

Er imprägnirte einen Fichtenstamm mit Chlorcalciumlösung und schnitt daraus Bretter von circa 2—3 Millimeter Dicke. Die Bretter, welche in Folge der hygroskopischen Eigenschaften des Chlorcalcium sich frisch erhielten, konnten stark gebogen werden, ohne wie gleich dicke Bretter von nicht imprägnirten Fichten zu zerbrechen und nach Aufhören der biegenden Kraft gingen sie sofort wieder in ihre ursprüngliche Form zurück.

Diese Versuche beziehen sich eigentlich nur auf die relative Festigkeit und sind erst später durch Chevandier und Wertheim[3] auch auf die absolute Festigkeit ausgedehnt worden. Es wurde hier auch die Frage von der Beziehung des Wassergehaltes des Holzes zur Festigkeit und Elasticität einer endgiltigen richtigen Lösung zugeführt und durch directe Versuche nachgewiesen, dass die Festigkeit mit dem abnehmenden Wassergehalte des Holzes wächst, während die Elasticität immer kleiner wird.

Die unmittelbare Anregung jedoch zur vorliegenden Fragestellung gaben einige von Schwendener begonnene Versuche über die Festigkeit des todten Bastes und der Vergleich mit dem lebenden noch frischen Gewebe.

---

[1] Conservation, pag. 264. Vergl. Nördlinger: Technische Eigenschaft des Holzes, pag. 386.

[2] Vergl. Boussingault: Die Landwirthschaft, 1851, Bd. 1; nach: Annales de chimie et physique. 2. Ser.. Tab. 74, pag. 134.

[3] Mémoire sur les propriétés mecan. des bois. Tab. IX.

„Der trockene Bast“, sagt Schwendener,[1] „scheint zwar im Allgemeinen übereinstimmende Elasticitätsverhältnisse darzubieten (wie der frische), doch hat das Austrocknen in jedem Falle einen gewissen Einfluss auf die Cohäsion, den ich hier nicht näher verfolgen will. Beispielsweise führe ich nur an, dass die Längenzunahme von 5·6 — 6 Mm., welche ich an einem 5 Mm. breiten und 430 Mm. langen Streifen von *Phormium tenax* bei 10 Kilo beobachtete, am andern Tage noch 3·5 Mm., am dritten nur noch 3·3 Mm. betrug. 15 Kilo Belastung bewirkten jetzt eine Verlängerung von 5 Mm. bei vollkommener Elasticität. Hiernach würde das Tragvermögen pro Quadratmillimeter auf nahezu 24 Kilo anzuschlagen sein. Das Austrocknen dieses Riemens fand im eingespannten Zustande statt. — Auch die Pincette war daran hängen geblieben. Die Länge des nicht belasteten Riemens war nach wie vor dieselbe geblieben. Ferner mag noch erwähnt werden, dass der käufliche Lindenbast im trockenen Zustande ähnliche Ergebnisse lieferte. Ich beobachtete z. B. eine Verlängerung von 12 auf 1000 und ein Tragvermögen, das sich mindestens auf 20 Kilo pro Quadratmillimeter berechnet.“

Weitere Versuche in dieser Richtung wurden von Schwendener nicht ausgeführt. Allein es geht schon aus diesen zwei Versuchen hervor, was ich durch meine Untersuchungen bestätigen musste, dass das trockene Gewebe eine grössere Festigkeit, aber eine geringere Elasticität besitzt als das frische.

Die Methode, nach der ich meine Versuche ausführte, war im Wesentlichen nicht viel verschieden von der, welche Schwendener anwendete.

Die Bestimmung der Zugfestigkeit wurde mittelst eines eigens zu diesem Zwecke angefertigten Zerreissapparates[2] vorgenommen, der aus einem rechteckigen massiven Holzgerüste bestand, auf dessen oberster Seite eine Messingklemme frei beweglich aufgehängt werden konnte, in welche der betreffende

[1] l. c. pag. 15.

[2] Nach Angaben Prof. Wiesner's vom Mechaniker des physikalischen Institutes der k. k. Wiener Universität angefertigt, und Eigenthum des pflanzenphysiologischen Institutes.

zu untersuchende Pflanzentheil eingeschraubt und am unteren Ende durch eine zweite Klemme gespannt und in verticaler Richtung belastet wurde. Es geschah dies durch Auflegen von Gewichten auf eine in die untere Klemme einhängbare Wagschale.

An der rechten Seite des Gerüstes war ein in Millimeter getheilter Massstab angebracht, auf den ein mit einem horizontal gestellten Zeiger vertical beweglicher Schieber die jeweilige Länge und Verlängerung des Riemens bezeichnete.

Als Mass der absoluten Festigkeit habe ich bei allen Versuchen dasjenige Gewicht, ausgedrückt in Kilogrammen, angenommen, welches das Zerreissen eines Riemens vom Querschnitte eines Quadratmillimeters hervorbrachte. Es ist das der in den folgenden Versuchen immer mit F bezeichnete Festigkeitsmodul.

Die Tragkraft pro Quadratmillimeter oder der Tragmodul (immer mit T bezeichnet) wurde bestimmt durch das Gewicht, welches den Riemen von 1 Quadratmillimeter Querschnitt bis zur Elasticitätsgrenze auszudehnen im Stande war. Die letztere Grösse konnte jedoch nicht mit grosser Genauigkeit experimentell bestimmt werden, weil mir nicht immer die Länge von 1 Meter zur Verfügung stand, ich glaubte indess keinen grossen Fehler begangen zu haben, wenn ich die bleibende Verlängerung von 0·5 Mm. des untersuchten Riemens auf die Länge von 1 Meter umrechnete.

Überhaupt habe ich ausserdem stets noch den Elasticitätsmodul berechnet, welcher allein zum Vergleiche der Resultate bezüglich der Elasticität genügen würde.

Ich benützte hiezu die Formel $E = \frac{P \times L}{v}$ ausgedrückt in Kilogramm-Millimetern, worin P die Belastung, L die Länge und v die Verlängerung des Riemens bedeuten.

Der Querschnitt des Riemens ist jedoch nicht als der für die Festigkeit massgebende aufzufassen, denn nicht alle Gewebselemente haben nach Schwendener gleichen Einfluss auf die Festigkeit und ich habe desshalb immer nur den Querschnitt oder die Oberfläche der specifisch-mechanischen Zellen als die effectiv belastete Querschnittsfläche angenommen.

Bei der Ermittlung derselben ging ich auf folgende Weise vor. Ich brachte feine Querschnitte durch ein Fragment des untersuchten Riemens unter das Mikroskop, und zeichnete mittelst der Camera lucida die betreffenden Elemente des mechanischen Systems (z. B. Oberfläche der Bastbelege) auf ein in Quadratmillimeter getheiltes Papier heraus, bestimmte durch genaues Abzählen der Quadratmillimeter die Fläche, dividirte die Summe der einzelnen Oberflächen durch das Quadrat der Vergrösserung und erhielt somit den wahren belasteten Querschnitt der specifisch mechanischen Zellen.

Um aber die Beziehungen des Wassergehaltes zur Festigkeit und Elasticität des betreffenden Organes oder Gewebes finden zu können, musste bei jedem Versuche auch nebenher der Wassergehalt des Riemens bestimmt werden, und es ist derselbe auch bei allen folgenden Versuchen in Procenten angegeben.

Zu allen Versuchen wurden nur gesunde, normal entwickelte grüne Pflanzen verwendet und dafür Sorge getragen, dass gleich nach dem Abschneiden des Blattes dasselbe zum Versuche verwendet wurde, um so genau als möglich noch bei dem Wassergehalte der lebenden Pflanze experimentiren zu können. Auf das Alter der Blätter wurde vorläufig keine genauere Rücksicht genommen, jedoch habe ich ziemlich gleichalterige Organe zum Versuche gewählt, um die Resultate vergleichbar machen zu können.

Es folgen nun die einzelnen Versuche, aus denen die Methoden der Untersuchung noch klarer hervortreten werden.

I. Blatt von *Dracaena indivisa* Forst. im frischen Zustande.

Wassergehalt = 40%.

Riemen aus der Mitte des Blattes.

1. Versuch.

Länge = 218 Millimeter.

Bei	1	Kilo	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	0·5	Mm.
„	2	„	„	„	„	„	„	1	„
„	3	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	4	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	5	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	6	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	7·5	„	„	„	„	„	„	0·5 [1]	„
„	8	„	„	„	„	„	„	0	„
„	9	„	„	gerissen.					

Totalverlängerung = 4 Mm.

Totalbelastung = 9 Kilo + dem Gewichte der Wagschale + Klemme

Gewicht der Wagschale = 0·539 Kilo
„ „ Klemme = 0·0724 „
Summe = 0·6114 Kilo.

daher $P = 9·6114$ Kilogramm, wenn P die Totalbelastung bezeichnet.

Bestimmung des Querschnittes der mechanischen Zellen: Bei 120maliger linearer Vergrösserung zeigte der Querschnitt 6 Gefässbündel mit mächtigen Bastbelegen, die Lumina der Bastzellen waren in Bezug auf die Dicke der Membran verschwindend klein und kommen desshalb nicht in Abrechnung.

Die Fläche der Bastbelege betrug 6278·4 Quadratmillimeter und in wahrer Grösse = 0·436 Quadratmillimeter, woraus sich bei einer Totalbelastung von 9·6114 Kilogramm ein Festigkeitsmodul von 22 Kilo und bei einer approximativen Elasticitätsgrenze von 7·5 Kilogramm ein Tragmodul = 17 Kilo berechnen. Der Elasticitätsmodul beträgt somit 1200 Kilogramm - Millimeter. Ein

2. Versuch

mit einem Riemen desselben Blattes und bei demselben Wassergehalte ergab für eine Länge von 286 Millimetern und einer Fläche der mechanischen Zellen = 0·4 Quadratmillimeter; ferner bei einem Zerreissgewichte = 8·61 Kilo $F = 21·5$ Kilo bei einer Elasticitätsgrenze = 6·9 Kilo, $T = 17·35$ Kilo; der Elasticitäts-

[1] Bleibende Verlängerung.

modul $E = 1230$ bei einer Totalverlängerung von 5 Millimetern. Der

3. Versuch

für eine Länge = 180 Millimeter, eine Fläche der mechanischen Zellen = 0·45 Quadratmillimeter ein Zerreissgewicht = 9·14 Kilo ergab $F = 22$ Kilo und bei einer Elasticitätsgrenze = 7·65 Kilo $F = 17$ Kilo; der Elasticitätsmodul berechnet sich auf 1210 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung = 3·1 Millimeter. Das arithmetische Mittel aus diesen Beobachtungen ergibt für das frische Blatt von *Dracaena indivisa* ein Festigkeitsmodul = 21·83, also nahezu 22 Kilogramm, einen Tragmodul = 17 Kilogramm und ein Elasticitätsmodul = 1213 Kilogramm. Die Verlängerung betrug 17 auf 1000.

Um den Unterschied des frischen und trockenen Blattes in Bezug auf Festigkeit und Elasticität beurtheilen zu können, schliesse ich die Versuche mit dem trockenen Riemen hier an.

II. Blatt von *Dracaena indivisa* Forst. trocken.

Wassergehalt = 15%.

1. Versuch.

Riemen aus der Mitte des Blattes.

Länge = 128 Millimeter.

Bei	1	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	0·0 Mm.
„	2	„	„	„	„	„	„	0·0 „
„	3	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„	4	„	„	„	„	„	„	0·0 „
„	5	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„	6	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„	7	„	„	„	„	„	„	0·0 „
„	7·7	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„	7·9	„	„	„	„	„	„	0·0 „
„	8	„	„	gerissen.				
						Totalverlängerung	=	2 Mm.

Totalbelastung = 8·6114 Kilogramm.

Die Fläche der mechanischen Zellen des Querschnittes betrug bei 130maliger linearer Vergrösserung 5712·2 Quadrat-

millimeter und in wahrer Grösse 0·338 Quadratmillimeter, woraus bei einer Totalbelastung von 8·6114 Kilo sich ein Festigkeitsmodul = 25·5 Kilo und bei einer Elasticitätsgrösse = 7 Kilo ein Tragmodul von 20 Kilo sich berechnen, während der Elasticitätsmodul die Zahl 1630 erreichte. Ein

2. Versuch.

ergab für eine Länge = 130 Millimeter und Totalbelastung = 8·943 Kilo, $F = 26$ Kilogramm, $T = 20$ Kilo und $E = 1670$ bei einer Verlängerung von 2·5 Millimeter.

3. Versuch.

Für eine Länge von 200 Millimeter und Zerreissgewicht = 9·12 Kilo, berechnet sich $F = 25$ Kilo und bei einer Grenze = 6·8 Kilo, $T = 20·5$ Kilo und bei einer Totalverlängerung von 2·65 Millimeter, $E = 1680$ Kilogramm-Millimeter.

Das Mittel aus diesen 3 Beobachtungen gibt für das trockene Blatt von *Dracaena indivisa* $F = 25·5$ Kilo, $T = 20$ Kilogramm, $E = 1677·6$ Kilo und eine Verlängerung von 12 auf 1000.

III. Blatt von ***Dasylirion longifolium*** im frischen Zustande.

Wassergehalt = 45%.

1. Versuch.

Riemen aus der Mitte des Blattes.
Länge = 202 Millimeter.

Bei 1 Kilogr. Belastung erfolgte eine Verlängerung von 0·0 Mm.
„ 2 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 3 „ „ „ „ „ „ 1 „
„ 4 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 4·5 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 5 „ gerissen. Totalverlängerung = 2·5 Mm.

Totalbelastung = 5·6114 Kilogramm.

Der Querschnitt zeigte bei 130maliger linearer Vergrösserung 6 Gefässbündel mit mächtigen Bastbelegen von der Durchschnittsfläche = 3887 Quadratmillimeter oder in wahrer Grösse = 0·23 Quadratmillimeter. Bei dem beobachteten Zerreissgewichte von 5·6114 Kilogramm, berechnet sich ein Festigkeitsmodul von 21·5 Kilo und bei einer Elasticitätsgrenze von 3 Kilogramm ein Tragmodul von 17 Kilogramm und ein Elasticitätsmodul von 1700 Kilogramm-Millimeter. Der

2. Versuch

mit einem Riemen aus demselben Blatte und bei demselben Wassergehalte ergab für eine Länge = 157 Millimeter, eine Totalbelastung von 4·6114 Kilogramm, einer Querschnittsfläche des Bastes = 0·2116 Quadratmillimeter, ein Festigkeitsmodul = 21·8 Kilo, und bei einer Elasticitätsgrenze = 3·78 Kilogramm ein Tragmodul = 18 Kilo und ein Elasticitätsmodul = 1720 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 2·5 Millimeter.

3. Versuch.

Die Länge des Riemens betrug 206 Millimeter, das Zerreissgewicht 6·5026 Kilo; der Querschnitt der mechanischen Zellen = 0·302 Quadratmillimeter, hieraus berechnet sich ein Festigkeitsmodul = 17·5 Kilogramm und bei einer Verlängerung = 2·6 Millimeter ein Elasticitätsmodul = 1710 Kilogramm - Millimeter.

Das arithmetische Mittel aus diesen Resultaten genommen zeigt für das frische lebende Blatt von *Dasylirion longifolium* ein Festigkeitsmodul = 21·6 Kilo, ein Tragmodul = 17·82 Kilo und ein Elasticitätsmodul = 1710 Kilogramm-Millimeter. Die Verlängerung auf 1000 betrug 13·3.

Nach diesen Angaben stellt sich also die Festigkeit, beziehungsweise die Tragkraft von *Dasylirion* und *Dracaena* ziemlich gleich heraus, obgleich *Dasylirion* eine grosse Festigkeit zu besitzen scheint.

IV. Blatt von *Dasylirion longifolium* im trockenen Zustande.

Riemen aus der Mitte des Blattes; Wassergehalt = 11%.

1. Versuch.

Länge = 271 Millimeter.

Bei 1	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	0·— Mm.
„ 2	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 3	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 4	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 5	„	„	„	„	„	„	0·— „
„ 6	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 7	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 8	„	„	gerissen.				
					Totalverlängerung	=	2·5 Mm.

Totalbelastung = 8·6026 Kilogr.

Die Fläche der mechanischen Zellen betrug bei 130maliger linearer Vergrösserung 5374 Quadratmillimeter und in wahrer Grösse = 0·318 Quadratmillimeter, woraus bei der Totalbelastung = 8·6026 Kilo ein Festigkeitsmodul von 27 Kilo und bei 3 Kilogramm Elasticitätsgrenze ein Tragmodul von 23 Kilogramm sich berechnen. Der Modulus der Elasticität beträgt somit 2439 Kilogramm-Millimeter.

2. Versuch.

Die Länge des Riemens war 216 Millimeter und bei 7·6114 Kilogramm erfolgte das Zerreissen. Die Fläche der mechanischen Zellen betrug in wahrer Grösse 0·3 Quadratmillimeter, woraus sich ein Festigkeitsmodul von 26·5 Kilo und bei einer Elasticitätsgrenze von 6 Kilo ein Tragmodul von 23 Kilo ergeben. Der Elasticitätmodul betrug 2439·5 bei einer Verlängerung von 2 Millimetern.

3. Versuch.

Ein Riemen von 220 Millimeter Länge und einem Querschnitt der mechanischen Zellen von 0·28 Quadratmillimeter zeigte bei einem Zerreissgewicht von 7·81 Kilo ein Festigkeitsmodul von 26·7 Kilo und bei einer Elasticitätsgrenze = 6 Kilogramm ein Trag-

modul von 23·5 Kilo. Bei der Verlängerung von 2·5 Millimeter ein Elasticitätsmodul = 2430 Kilogramm-Millimeter.

Das Mittel aus diesen Bestimmungen ergibt somit für das trockene Blatt von ***Dasylirion longifolium*** ein Festigkeitsmodul = 26·73 Kilo, ein Tragmodul = 23·16 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul = 2436 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 104 auf 1000. Also eine bedeutend geringere Elasticität, wohl aber eine grössere Festigkeit als im frischen Zustande.

V. Blatt von ***Phormium tenax*** im frischen Zustande.

Riemen aus der Mitte der Blätter; Wassergehalt = 15%.

1. Versuch.

Länge = 290 Millimeter.

Bei	Last							Verlängerung	
Bei	1	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	0·5	Mm.
„	2	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	3	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	4	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	5	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	6	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	8	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	10	„	„	„	„	„	„	1·—	„
„	11	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	12	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	12·2	„	„	gerissen.					

Totalverlängerung = 3·5 Mm.

Totalbelastung = 12·8114 Kilogr.

Der Querschnitt zeigte sehr stark verdickte Bastzellen und sehr kleine Lumina, die Fläche der Bastzellen betrug im Durchschnitte 0·51 Quadratmillimeter, wesshalb sich ein Festigkeitsmodul von 25·13 Kilogramm und ein Tragmodul = 20·5 berechnen. Der Elasticitätsmodul betrug 1527 Kilogramm-Millimeter.

2. Versuch.

Für eine Länge von 390 Millimetern einem Querschnitt der mechanischen Zellen = 0·41 Quadratmillimeter ergab sich ein

Festigkeitsmodul = von 25·5 Kilo, bei einem Zerreissgewichte von 10·455 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul = 1540 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 13 auf 1000.

3. Versuch.

Ein Riemen von 370 Millimeter Länge und einer Querschnittsfläche des Bastes = 0·4 Quadratmillimeter einem Zerreissgewichte von 10·5 Kilogramm ergab ein Festigkeitsmodul = 25·6 Kilo, ein Tragmodul = 20·5, ein Elasticitätsmodul = 1540·5 Kilogramm - Millimeter und eine Verlängerung von 13 auf 1000.

Das Mittel aus diesen Werthen zeigt also ein Festigkeitsmodul von 25·41 Kilo, ein Tragmodul = 20·33 Kilo und ein Elasticitätsmodul = 1536 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 13 auf 1000.

VI. Blatt von ***Phormium tenax*** im trockenen Zustande.

Riemen aus der Mitte des Blattes; Wassergehalt = 13%.

1. Versuch.

Länge = 304·4 Millimeter.

Bei									
Bei	1	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	0·5	Mm.
„	2	„	„	„	„	„	„	0·0	„
„	3	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	4	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	5	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	6	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	7	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	8	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	10	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	11	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	13	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	14	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	14·025	„	riss der Riemen entzwei.						

Verlängerung = 3·5 Mm.

Totalbelastung = 14·025 Kilogr.

Die Querschnittsfläche der Bastzellen betrug in wahrer Grösse 0·51 Quadratmillimeter; daher berechnet sich $F = 27·5$ Kilogramm, $T = 24$ Kilogramm und bei einer Verlängerung von 3·5 Millimeter, $E = 2100$ Kilogramm-Millimeter, die Verlängerung auf 1000 betrug 11·5.

2. Versuch.

Ein Riemen von derselben Länge und demselben Wassergehalte zeigte eine Querschnittsfläche des Bastes von 0·43 Quadratmillimeter und zerriss bei einem Gewichte von 11·61 Kilogramm; hieraus berechnen sich $F = 27$ Kilo, $T = 24·2$ Kilo und $E = 2150$ Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 12 auf 1000.

3. Versuch.

Länge des Riemens 320 Millimeter; Querschnittsfläche des Bastes = 0·371 Quadratmillimeter, Zerreissgewicht = 10·017 Kilo; hieraus $F = 27$ Kilo, $T = 24$ Kilo, $E = 2120$ und eine Verlängerung von 10·5 auf 1000.

Das Mittel aus diesen Bestimmungen ergibt somit für den trockenen Riemen aus dem Blatte von *Phormium tenax* $F = 27$ Kilo, $T = 24$ Kilogramm, $E = 2123$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 11·3 auf 1000.

VII. Blatt von ***Hyacinthus orientalis*** im frischen Zustande.

Wassergehalt = 90%.

1. Versuch.

Länge des Riemens = 120 Millimeter.

Bei 0·16	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von 1·—	Mm.
„ 0·3	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 0·5	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 0·7	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 0·9	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 1·23	„	„	„	„	„	„ 1·—	„
„ 1·30	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 1·4	„	„	„	„	„	„ 1·—	„
„ 1·45	„	„	„	„	„	„ 0·1	„
„ 1·5	„	zerriss der Riemen			. . . .	0·—	„

Totalbelastung = 1·5 Kilogr. Verlängerung = 5·6 Mm.

Die mikroskopische Betrachtung des Querschnittes zeigte die überraschende Thatsache, dass die specifisch-mechanischen Zellen in diesem Falle eine sehr geringe Mächtigkeit besitzen, trotzdem das Zerreissgewicht in Bezug auf den grossen Wassergehalt ein relativ hohes war.

Ich bemerkte dagegen ziemlich stark verdickte und mächtig entwickelte Epidermiszellen, welche mich auf die Vermuthung führten, dass vielleicht in diesem Falle auch diese Zellen eine mechanische Leistung zu vollführen haben, wesshalb ich, wie im zweiten Abschnitte abgehandelt wird, über diesen Gegenstand Untersuchungen angestellt habe.

Hier sei nur die Thatsache erwähnt und ich habe auch bei der Bestimmung der Festigkeit vorläufig nur die Querschnittsfläche des Bastes allein in Rechnung gezogen.

Die Fläche des Bastes betrug in wahrer Grösse 0·09 Quadratmillimeter, woraus sich folgende Werthe berechnen: $F = 16·51$ Kilo und bei einer Elasticitätsgrenze = 1·107 Kilogramm, $T = 12·3$ Kilogramm, $E = 330·2$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 50 auf 1000. Ein

2. Versuch

ergab $F = 16·3$ Kilogramm, $T = 12·5$ Kilo, $E = 331·02$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 49·5 auf 1000. Der

3. Versuch

bei einem Zerreissgewichte von 1·296 Kilogramm und einer Querschnittfläche des Bastes = 0·081 Quadratmillimeter, $F =$ 16 Kilogramm, $T = 12$ Kilogramm, $E = 330$ und eine Verlängerung von 50·5 auf 1000.

Das Mittel aus diesen Versuchen zeigt also für das frische Blatt von *Hyacinthus orientalis*, entsprechend der sehr kleinen Querschnittsfläche der mechanischen Zellen, die grossen Werthe für $F = 16·27$ Kilogramm und $T = 12·27$ Kilogramm, $E =$ 330·41 Kilogramm-Millimeter und die Verlängerung auf 1000 betrug 50.

VIII. Blatt von ***Hyacinthus orientalis*** trocken.

Wassergehalt = 25%.

1. Versuch.

Länge des Riemens = 135 Millimeter.

Bei 0·1	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	0·0 Mm.
„ 0·4	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 0·7	„	„	„	„	„	„	0·0 „
„ 1·1	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·4	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·5	„	„	„	„	„	„	0·0 „
„ 1·8	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·9	„	„	„	„	„	„	0·0 „
„ 2·0	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 2·1	„	„	„	„	„	„	0·0 „
„ 2·15	„	„	„	„	„	„	0·0 „
„ 2·2	„	zerriss der Riemen.					

Totalbelastung = 2·2 Kilogr. Verlängerung = 2·5 Mm.

Der Querschnitt zeigte 2 Gefässbündel mit sehr schwachen Bastbelegen von der Querschnittsfläche = 0·113 Quadratmillimeter; hieraus berechnen sich folgende Werthe: F = 20·3 Kilogramm, T = 17·1 Kilogramm bei einer Elasticitätsgrenze von 1·93 Kilogramm, ferner E = 1345 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 20 auf 1000. Ein

2. Versuch

ergab für einen Querschnitt des Bastes = 0·072 Quadratmillimeter, F = 20 Kilogramm, T = 17·52 Kilo, ferner E = 1340·5 und eine Verlängerung von 19·81 auf 1000.

3. Versuch

lieferte bei einer Querschnittsfläche des Bastes von 0·14 Quadratmillimeter, F = 19·78 Kilo, T = 17·52 Kilo, ferner E = 1340 und eine Verlängerung von 20·2 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen 3 Beobachtungen gibt für das trockene *Hyacinthus*-Blatt: F = 20·027 Kilogramm,

$T = 17 \cdot 54$ Kilogramm, $E = 1341 \cdot 83$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 20 auf 1000.

IX. Blatt von *Allium Porrum* im frischen Zustande.

Wassergehalt = 82%.

Länge des Riemens = 160 Millimeter.

1. Versuch.

Bei 0·02 Kilogr.	Belastung erfolgte eine Verlängerung von	0·5 Mm.
„ 0·05 „	„ „ „ „ „	1·5 „
„ 0·07 „	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 0·09 „	„ „ „ „ „	1· „
„ 0·10 „	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 0·15 „	„ „ „ „ „	0· „
„ 0·18 „	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 0·20 „	„ „ „ „ „	0· „
„ 0·28 „	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 0·3 „	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 0·35 „	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 0·45 „	riss der Riemen entzwei.	
Totalbelastung = 0·453 Kilogr.		Verlängerung = 6· Mm.

Bei 300maliger linearer Vergrösserung zeigte der Querschnitt 2 Gefässbündel mit ebenfalls sehr schwach entwickeltem Bast; die Querschnittsfläche betrug in wahrer Grösse = 0·025 Quadratmillimeter. Es berechnen sich desshalb: $F = 18$ Kilogramm, T 15·23 Kilo bei einer Elasticitätsgrenze von 0·375 Kilogramm, ferner $E = 480$ Kilogramm-Millimeter. Die Verlängerung betrug 38 auf 1000.

2. Versuch.

Für eine Länge von 160 Millimeter, ein Zerreissgewicht von 1·26 Kilo und eine Querschnittsfläche des Bastes = 0·072 Quadratmillimeter berechnet sich $F = 17 \cdot 5$ Kilo, und bei einer Elasticitätsgrenze von 1·029 Kilo, $T = 14 \cdot 7$ Kilogramm, ferner bei einer Verlängerung von 6 Millimetern $E = 466$ Kilogramm-Millimeter.

3. Versuch.

Ein Riemen von derselben Länge und demselben Wassergehalte wie in den zwei vorhergehenden Versuchen ergab für eine Querschnittsfläche der mechanischen Zellen von 0·045 Quadratmillimeter und bei einem Zerreissgewichte von 0·765 Kilo $F = 17$ Kilogramm, bei einer Elasticitätsgrenze von 0·63 Kilo $T = 14·2$ Kilogramm, ferner bei einer Verlängerung von 38 auf 1000, $E = 466·2$ Kilogramm-Millimeter.

Das arithmetische Mittel aus diesen gefundenen Werthen gibt somit für den frischen Blattriemen von *Allium Porrum*, die grossen Werthe: $F = 17·6$ Kilogramm und $T = 14·71$ Kilogramm, ferner $E = 438·6$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 38 auf 1000.

X. Blatt von *Allium Porrum* trocken.

Wassergehalt = 25 %.

1. Versuch.

Länge des Riemens = 170 Millimeter.

Bei 0·32	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von 0·0	Mm.
„ 0·5	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 0·9	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 0·10	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 1·35	„	„	„	„	„	„ 0·—	„
„ 1·42	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 1·50	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 1·54	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 1·5414	„	riss der Riemen entzwei.					

Belastung = 1·5414 Kilogr. Verlängerung = 3· Mm.

Die Querschnittsfläche des Bastes war auch bei diesem Blatte eine sehr kleine, nämlich 0·071 Quadratmillimeter, obgleich das Zerreissgewicht verhältnissmässig gross ausfiel. Aus diesen Angaben rechnen sich folgende Werthe: $F = 21·71$ Kilogramm, $T = 17·31$ Kilogramm bei einer Elasticitätsgrenze von 1·23 Kilogramm, ferner $E = 1230$ Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 17·5 auf 1000.

2. Versuch.

Auch in diesem Versuche fielen die Werthe in Folge der sehr kleinen Querschnittsfläche des Bastes sehr gross aus, so ergab sich für eine Länge von 170 Millimeter und einem Zerreissgewichte von 1·0965 Kilogramm, für einen Querschnitt des Bastes von 0·051 Quadratmillimeter, $F = 21·5$ Kilo, $T = 17$ Kilogramm, ferner $E = 1229·5$ bei einer Verlängerung von 18 auf 1000.

3. Versuch.

Bei einem Zerreissgewichte von 1·6104 Kilogramm, $F =$ 21·51 Kilogramm, $T = 17·2$ Kilogramm und $E = 1229·4$ Kilogramm, bei einer Verlängerung von 18 auf 1000.

Das Mittel aus diesen Versuchen ergibt deshalb für den trockenen Riemen aus dem Blatte von *Allium Porrum* ein Festigkeitsmodul = 21·7 Kilogramm, ein Tragmodul = 17·5 Kilogramm und ein Elasticitätsmodul = 1230 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 17·5 auf 1000.

XI. Blatt von *Allium cepa* im frischen Zustande.

Wassergehalt = 80%.

1. Versuch.

Länge des Riemens = 96 Millimeter.

Bei	0·34	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	0·5	Mm.
„	0·45	„	„	„	„	„	„	1·0	„
„	0·47	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	0·49	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	0·50	„	„	„	„	„	„	0·0	„
„	0·61	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	0·80	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	1·	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	1·20	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	1·30	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	1·35	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	1·386	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	1·3966	„	riss der Riemen.						

Belastung = 1·3966 Kilogr. Verlängerung = 5·5 Mm.

Die mikroskopische Untersuchung des Querschnittes zeigte auch in diesem Blatte wieder jene schwache Entwickelung des Bastes, dessen Querschnittsfläche nur 0·0815 Quadratmillimeter betrug.

Bei der gefundenen Totalbelastung von 1·3966 Kilogramm berechnet sich nun der Festigkeitsmodul auf 17·13 Kilogramm, während der Tragmodul bei der Elasticitätsgrenze von 1·038 Kilo, die Grösse von 12·74 Kilo erreicht. Ferner ergibt sich für *E* der Werth von 154·816 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 57 auf 1000. Der

2. Versuch

ergab für ein Zerreissgewicht von 1·42 Kilogramm, $F = 18$ Kilo, $T = 13·2$ und $E = 150·3$ bei einer Verlängerung von 60 auf 1000. Ein

3. Versuch

zeigte ähnliche Resultate und zwar für $F = 18·41$ Kilo, $T = 12·8$ Kilo und $E = 151·01$ Kilogramm-Millimeter, die Verlängerung auf 1000 betrug 58·5.

Das Mittel aus diesen 3 Beobachtungen genommen, ergibt demnach für das frische Blatt von *Allium cepa* aber nur mit Berücksichtigung des Querschnittes des Bastes, $F = 17·85$ Kilogramm, $T = 12·9$ Kilogramm, $E = 151·942$ und eine Verlängerung von 58·5 auf 1000.

XII. Blatt von *Allium cepa* im trockenen Zustande.

Wassergehalt = 27%.

1. Versuch.

Länge des Riemens = 180 Millimeter.

Bei 0·3	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von 1·—	Mm.
„ 0·7	„	„	„	„	„	„ 0·—	„
„ 0·9	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 1·0	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 1·06	„	„	„	„	„	„ 0·—	„
„ 1·09	„	„	„	„	„	„ 0·5	„

Bei 1·12 Kilogr.	Belastung erfolgte eine Verlängerung von	0·— Mm.
„ 1·20 „	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 1·30 „	„ „ „ „ „	0·— „
„ 1·51 „	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 1·58 „	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 1·60 „	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 1·61 „	„ „ „ „ „	0·— „
„ 1·6125 „	zerriss der Riemen.	
Totalbelastung = 1·6125 Kilogr.		Verlängerung = 4·5 Mm.

Die Querschnittsfläche des Bastes betrug in wahrer Grösse nur 0·075 Quadratmillimeter, woraus sich bei dem gefundenen Zerreissgewichte $F = 21·5$ Kilogramm und bei einer Elasticitätsgrenze von 1·222 Kilogramm, $F = 16·2$ Kilogramm herausstellt, während der Elasticitätsmodul die Zahl 830·12 erreichte. Die Verlängerung auf 1000 betrug 22·2. Der

2. Versuch

lieferte folgende Resultate bei einer Querschnittsfläche der mechanischen Zellen von 0·0432 Quadratmillimeter: $F = 20·3$ Kilogramm, $T = 16$ Kilo bei einer Elasticitätsgrenze von 0·6912 Kilogramm, dann $E = 720·5$ Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 27·6 auf 1000. Der

3. Versuch

ergab $F = 10·6$ Kilogramm, $T = 16·2$ Kilogramm, $E = 730$ und eine Verlängerung von 23·5 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen Versuchen zeigt demnach für das trockene Blatt von *Allium cepa*, jedoch auch nur mit Berücksichtigung des Bastes in der belasteten Querschnittsfläche folgende Werthe: $F = 20·8$ Kilogramm, $T = 16·16$ Kilogramm $E = 760·2$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 24·36 auf 1000.

XIII. Blatt von *Tulipa praecox* im frischen Zustande.

Wassergehalt = 85%.

1. Versuch.

Länge des Riemens = 170 Millimeter.

Bei 0·5 Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	1·0 Mm.
„ 0·8	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·0	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·05	„	„	„	„	„	0·— „
„ 1·07	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·10	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·152	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·2	„	„	„	„	„	1·— „
„ 1·207	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·212	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·3	„	„	„	„	„	1·0 „
„ 1·32	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·4	„	„	„	„	„	1·— „
„ 1·407	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·43	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 1·433	„	riss der Riemen entzwei.				

Totalbelastung = 1·433 Kilogr. Verlängerung = 9·— Mm.

Die Querschnittsfläche des Bastes erreichte auch in diesem Falle nur die Grösse von 0·089 Quadratmillimeter, jedoch erschienen auch hier stark verdickte Epidermiszellen. Der Festigkeitsmodul berechnet sich somit auf 16·1 Kilogramm, der Tragmodul auf 11·5 Kilogramm, bei einer Elasticitätsgrenze von 1·0235 Kilogramm, der Modulus der Elasticität beträgt somit 295 Kilogramm-Millimeter, bei einer Verlängerung von 53 auf 1000.

2. Versuch

mit einem Riemen aus demselben Blatte und bei demselben Wassergehalte ergab für ein Zerreissgewicht von 1·378 Kilo, F= 15·78 Kilogramm, T = 11·0 Kilogramm, E = 290·3 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 50·5 auf 1000. Der

3. Versuch

lieferte folgende Resultate: $F = 16·3$ Kilogramm, $T = 11·5$ Kilogramm, $E = 284·5$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 52·1 auf 1000.

Das Mittel zeigt daher für den frischen Riemen aus dem Blatte von *Tulipa praecox* ein Festigkeitsmodul von 15·72 Kilogramm, ein Tragmodul von 11·3 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 277·9 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 51·9 auf 1000.

XIV. Blatt von *Tulipa praecox* im trockenen Zustande.

Wassergehalt = 26%.

Länge des Riemens = 160 Millimeter.

1. Versuch.

Bei	Kilogr. Belastung erfolgte eine Verlängerung von	Mm.
0·05		0·0
„ 0·10	„	0·5
„ 0·15	„	0·—
„ 0·20	„	0·5
„ 0·5	„	1·—
„ 0·80	„	0·5
„ 1·00	„	1·—
„ 1·05	„	0·—
„ 1·10	„	0·5
„ 1·4	„	0·5
„ 1·46	„	0·—
„ 1·50	„	0·—
„ 1·56	„ zerriss der Riemen.	

Totalbelastung = 1·56 Kilogr. Verlängerung = 4·5 Mm.

Die Querschnittsfläche des Bastes betrug in wahrer Grösse 0·078 Quadratmillimeter, woraus sich $F = 20$ Kilogramm und bei einer Elasticitätsgrenze von 1·225 Kilogramm, $T = 15·71$ Kilogramm berechnen, der Elasticitätsmodul betrug 700 Kilogramm-Millimeter, während die Verlängerung auf 1000 nur auf 27·7 sich herausstellt. Ein

2. Versuch

lieferte ähnliche Resultate und zwar $F = 19·56$ Kilogramm, $T = 15·7$ Kilogramm, $E = 706·5$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 26·8 auf 1000. Der

3. Versuch

zeigte $F = 20·1$ Kilogramm, $T = 16·2$ Kilogramm, $E = 710$ und eine Verlängerung von 28 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen 3 Bestimmungen führt nun zu dem Resultate, dass auch bei diesem Blatte die Festigkeit im trockenen Zustande grösser, die Elasticität aber kleiner ist als im frischen. Der Festigkeitsmodul beträgt nämlich für das trockene Blatt von *Tulipa praecox* 19·886 Kilogramm, der Tragmodul 15·88 Kilogramm, während der Elasticitätsmodul die Grösse von 705·5 Kilogramm-Millimeter erreicht, und die Verlängerung auf 1000 nur 27·5 beträgt.

Zur deutlichen Übersicht und zum Vergleiche der in diesem Abschnitte angeführten Versuche sind in Folgendem die Resultate tabellarisch zusammengestellt. (Siehe pag. 27.)

Aus allen diesen Versuchen geht nun mit Bestimmtheit hervor, dass die schon erwähnte Voraussetzung Schwendener's bezüglich der Unterschiede zwischen dem lebenden und todten Bast, sich auch bei den von mir untersuchten Pflanzen bestätigt, dass auch hier die absolute Festigkeit mit dem abnehmenden Wassergehalte des Organes wächst, während die Elasticität in demselben Verhältnisse immer kleiner wird, dass also das trockene, bereits todte Blatt eine grössere Festigkeit, aber eine geringere Elasticität besitzt als das frische noch lebende.

Vergleicht man diese gefundenen Resultate mit den Festigkeits- und Elasticitätsverhältnissen der Metalle, wie es von Schwendener[1] bereits geschehen ist, so bestätigen meine Untersuchungen zwei von dem genannten Forscher ausgesprochene wichtige und unterscheidende Merkmale.

---

[1] L. c. pag. 14.

Tabelle I.

Name der Blätter	Wassergehalt in Procenten	Tragmodul in Kilogrammen	Festigkeitsmodul in Kilogrammen	Elasticitätsmodul in Kilogramm-Millimetern	Verlängerung auf 1000
Dracaena indivisia	40	17·—	21·83	1213	17
(Schmiedeeisen)	—	13·13	40·9	19700	$\frac{1}{1500}$
Dracaena indivisa	15	20·—	25·5	1677·6	12
Dasylirion longifolium	45	17·82	21·6	1710	13·3
„	11	23·16	26·73	2436	10·4
Phormium tenax	45	20·33	25·41	1536	13
„ „	13	24·—	27·—	2123	11·3
(Stahl)	—	24·6	82·—	20500	$\frac{1}{835}$
Hyacinthus orientalis	90	12·27	16·27	330·41	50
„	25	17·54	20·027	1341·83	20
Allium Porrum	82	14·71	17·6	438·6	38
„ „	25	17·27	21·4	1229·38	17·7
Allium cepa	80	12·9	17·85	151·942	58·5
„ „	27	16·16	20·8	760·2	24·36
Tulipa praecox	85	11·3	15·72	277·9	51·9
(Silber)	—	11·00	29·—	7300·—	$\frac{1}{660}$
Tulipa praecox	26	15 88	19·886	705·5	27·5

1. Das vegetabilische Gewebe (specifisch-mechanische Zellen) lässt eine ungleich stärkere Dehnbarkeit erkennen als die Metalle (vergleiche die in Tabelle I angegebene Rubrik „Verlängerung auf 1000").

2. Ist die Differenz zwischen Tragmodul und Elasticitätsmodul bedeutend geringer als bei den Metallen.[1]

Dieser geringe Unterschied zwischen dem Tragmodul und Festigkeitsmodul bei den vegetabilischen Organen kann auch unmittelbar durch das Experiment beobachtet werden.

Es zeigt sich nämlich, dass das Blatt in den meisten Fällen und bei vielen Pflanzen sogleich zerreisst, sobald die Spannung an der Elasticitätsgrenze merklich überschritten wird[2] und ich habe dieselbe Beobachtung gemacht wie Schwendener, dass z. B. ein Riemen, welcher bei 10 Kilogramm riss, noch keine bleibende Verlängerung erkennen liess.[3]

II. Capitel.

Festigkeits- und Elasticitätsverhältnisse der Epidermis.

Anschliessend an die Untersuchungen über die Festigkeit und Elasticität des Blattes habe ich es unternommen, auch die Epidermis verschiedener Blätter in dieser Richtung etwas näher zu untersuchen, vorzugsweise desshalb, weil einige Versuche mit frischen Blättern von *Allium Porrum* u. a. gezeigt haben, dass trotz der oft sehr schwach entwickelten specifisch-mechanischen Zellen doch eine ziemlich grosse Festigkeit sich herausstellte. Dass die Oberhaut eines Blattes auch in vielen Fällen auf Zugfestigkeit und Elasticität in der Pflanze in Anspruch genommen wird, ergibt sich schon aus der Betrachtung der Resultate über die Gewebespannung.

---

[1] Vergl. die in Tabelle I angegebenen Werthe für Metalle, welche entnommen sind Weisbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik, 5. Aufl., pag. 416.

[2] Vergl. in den vorhergegangenen Versuchen den Festigkeitsmodel mit der Elasticitätsgrenze.

[3] Eine treffende und geistreiche Bemerkung über die physiologische Bedeutung dieser Thatsache macht Schwendener, l. c. pag. 15.

Die zahlreichen Untersuchungen, welche über diesen Gegenstand bisher angestellt wurden, enthalten aber meines Wissens keine directen Bestimmungen über die Elasticität der Epidermis. In der grössten Arbeit über die Gewebespannung und ihre Folgen, welche von Dr. G. Kraus[1] ausgeführt wurde, habe ich nur einige wenige diesbezügliche Versuche aufgefunden. Kraus führt nämlich den Nachweis, dass die Elasticität der Epidermis mit dem Alter der peripherischen Gewebe wächst und zwar auf Grund von Versuchen mit der Oberhaut. Allein es dürften gegen die Methode der Untersuchung einige Bedenken erhoben werden, indem das Gewicht, welches durch Aufhängen an einen Streifen der Epidermis, diesen wieder auf seine ursprüngliche Länge auszudehnen im Stande ist, nicht als Mass der Elasticität, sondern nur als Mass der Spannung, in der sich das betreffende Gewebe in dem Organe befand, aufgefasst werden kann. Es müsste vielmehr die Elasticitätsgrenze, beziehungsweise der Elasticitätsmodulus der einzelnen Gewebe zahlenmässig durch das Experiment bestimmt werden, und dann erst, glaube ich, könnte auch die Intensität der Spannung richtiger beurtheilt werden.

Allein es kann hier nicht die Aufgabe sein, die genauen Beziehungen der Gewebespannung zur Elasticität und Festigkeit der Epidermis einer ausführlichen Besprechung und Untersuchung zu unterziehen, die folgenden Versuche sind vielmehr zu dem Zwecke angestellt worden, um einige andere Fragen bezüglich der Festigkeit und Elasticität der Oberhaut zu bearbeiten und einige physiologische Betrachtungen über die Bedeutung der gefundenen Thatsachen daran knüpfen zu können.

Vorerst habe ich es versucht, das in dem ersten Abschnitte angeführte Gesetz von der Beziehung des Wassergehaltes zur Festigkeit und Elasticität des Blattes auch an der Oberhaut zu prüfen und nachzusehen, ob nicht auch zwischen der unteren und oberen Epidermis Unterschiede in der Festigkeit und Elasticität sich herausstellen. Es ist desshalb bei allen folgenden Versuchen die Lage der Oberhaut speciell bemerkt worden.

Da über diesen Gegenstand noch gar keine Versuche in dieser Weise vorliegen, so musste eine eigene Untersuchungs-

---

[2] Die Gewebespannung und ihre Folgen. Bot. Zeit. 1867, Nr. 25.

methode festgestellt werden, welche jedoch erst bei den einzelnen Versuchen selbst angeführt wird.

Der Apparat blieb, wie in den übrigen Versuchen, derselbe, nur wurden die Bestandtheile in der Weise modificirt, dass an die Stelle der grossen Klemmen zwei kleine von 6·4 Gramm Gewicht und an Stelle der Wagschale eine kleine Glas-, beziehungsweise Messingschale von 12—15·5 Gramm Gewicht traten. Das Abziehen der Epidermis vom Blatte musste mit grosser Sorgfalt und sehr langsam vorgenommen werden, weil oft schon ein kleines Gewicht, respective ein unbedeutender Zug hinreichend ist, um die Oberhaut über die Elasticitätsgrenze hinaus zu dehnen und man unzuverlässliche Resultate erlangen könnte. In manchen Fällen hielt ich es sogar für nothwendig, die zum Abziehen eines Streifens von bestimmter Breite erforderliche Kraft zu bestimmen, welches dadurch geschah, dass ich den Streifen einklemmte und beobachtete, durch welches Gewicht das Abziehen erfolgte.

Der bei den einzelnen Versuchen angegebene Wassergehalt bezieht sich auf das ganze Blatt, weil es nicht möglich war, den Wassergehalt der Oberhaut direct zu bestimmen.

1. Einfluss des Wassergehaltes auf die Elasticität und Festigkeit der Oberhaut.

I. Untere Epidermis des Blattes von *Hyacinthus orientalis.*

Wassergehalt des Blattes = 90%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 167 Millimeter. Breite = 2 Millimeter.

	Belastung		Verlängerung
Bei	7·5	Gramm Belastung erfolgte eine Verlängerung von	5·— Mm.
„	12·62	„ „ „ „ „	3·— „
„	18	„ „ „ „ „	2·— „
„	28	„ „ „ „ „	1·— „
„	38	„ „ „ „ „	1·— „
„	48	„ „ „ „ „	1·— „
„	58	„ „ „ „ „	1·— „
„	62	„ „ „ „ „	0·5 „
„	68	„ „ „ „ „	0·5 „
„	78	„ „ „ „ „	1·— „
„	88·62	„ riss der Streifen.	

Totalbelastung = 0·08862 Kilogr. Verlängerung = 16 Mm.

Der Querschnitt zeigte bei 400maliger linearer Vergrösserung stark entwickelte excentrisch verdickte Epidermiszellen. Die belastete Fläche berechnete ich auf folgende Weise:

Ich zeichnete mittelst der Camera lucida mehrere, z. B. drei von einander ziemlich weit abstehende Epidermiszellen auf Millimeterpapier heraus, berechnete die Querschnittsfläche derselben durch Abzählen der Quadratmillimeter, nahm davon das arithmetische Mittel, dividirte die gefundene Zahl durch das Quadrat der Vergrösserung und erhielt somit die Querschnittsfläche einer Zelle. Dann bestimmte ich die Breite einer jeden gemessenen Zelle, dividirte die ganze Breite des Streifens durch diese Zahl und erhielt auf diese Weise annäherungsweise die Anzahl der Zellen.

Diese nun multiplicirt mit der gefundenen Querschnittsfläche einer Zelle, gibt die belastete Fläche des Querschnittes.

Querschnittsfläche der Zelle 1 =	52	□Millimeter
„ „ „ 2 =	60	„
„ „ „ 3 =	50	„
	162 : 3 = 54	□Millimeter.

Die Querschnittsfläche einer Zelle (ohne Lumen) betrug somit 54 Quadratmillimeter bei 400maliger Vergrösserung.

Daher in wahrer Grösse = 0·0033 Quadratmillimeter.

Die scheinbare Breite der Zelle	1	betrug	6 Millimeter,
„ „ „ „ „	2	„	7 „
„ „ „ „ „	3	„	6 „
			19 : 3 = 6·33 Mm.

Daher die scheinbare Breite einer Zelle im Durchschnitte = 6·33 Millimeter.

Da die wahre Breite des ganzen Streifens 2 Millimeter betrug, also bei 400maliger Vergrösserung 800 Millimeter, so berechnet sich die Anzahl der Zellen auf 126.

Desshalb ergibt sich für die Fläche des gesammten belasteten Querschnittes 0·0033 × 126 = 0·4158 Quadratmillimeter in wahrer Grösse.

Diese Methode der Bestimmung des effectiv belasteten Querschnittes wurde bei allen folgenden Versuchen angewendet, jedoch hielt ich es für überflüssig, in jedem Falle die Rechnung

anzuführen, es ist desshalb bei den übrigen Versuchen nur kurzweg die belastete Fläche der Epidermiszellen angegeben.

Aus diesen gefundenen Werthen ergibt sich also $F = 0·21$ Kilogramm, $T = 0·15$ Kilogramm bei einer Elasticitätsgrenze von 0·01862 Kilogramm, ferner $E = 2·165$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 95·7 auf 1000.

2. Versuch.

Ein Streifen derselben Oberhaut von demselben Wassergehalte ergab bei einem Querschnitte von 0·371 Quadratmillimeter und einem Zerreissgewichte von 0·0927 Kilogramm: $F = 0·25$ Kilo, $T = 0·17$ Kilogramm bei einer Elasticitätsgrenze von 0·06307 Kilo, $E = 2·15$, und eine Verlängerung von 95 auf 1000. Der

3. Versuch

lieferte folgende Resultate: $F = 0·25$ Kilo, $T = 0·15$ Kilogramm, $E = 2·16$ und eine Verlängerung von 95·7 auf 1000.

Das Mittel aus diesen Versuchen zeigt also für die untere Epidermis des Blattes von *Hyacinthus orientalis* im frischen Zustande ein Festigkeitsmodul von 0·28 Kilo, ein Tragmodul von 0·16 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 2·165 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 95·5 auf 1000.

II. Obere Epidermis des Blattes von ***Hyacinthus orientalis.***

Wassergehalt des Blattes = 90%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 136 Millimeter. Breite = 4 Millimeter.

Bei	7·5	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von 5·—	Mm.
„	12·62	„	„	„	„	„	„ 4·—	„
„	22	„	„	„	„	„	„ 1·—	„
„	27	„	„	„	„	„	„ 1·—	„
„	32	„	„	„	„	„	„ 1·—	„
„	42	„	„	„	„	„	„ 1·5	„
„	52	„	„	„	„	„	„ 1·5	„
„	62	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	72	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	77	„	„	„	„	„	„ 0·5	„

Bei 87 Gramm Belastung erfolgte eine Verlängerung von 0·5 Mm.
„ 97 „ zerriss der Streifen.

Totalbelastung = 0·09762 Kilogr. Verlängerung = 17 Mm.

Die Querschnittfläche der Epidermiszellen betrug im Mittel = 0·6 Quadratmillimeter; hieraus berechnet sich $F = 0·156$ Kilogramm, $T = 0·087$ Kilo, bei einer Elasticitätsgrenze von 0·052 Kilogramm, ferner $E = 1·362$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 124 auf 1000.

2. Versuch.

Für die Länge eines Streifens von 171·4 Millimeter, einem Zerreissgewichte von 0·078 Kilogramm und einer Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·43 Quadratmillimeter ergibt sich $F = 0·178$ Kilo, $T = 0·12$ Kilo und $E = 1·35$ Kilogramm-Millimeter. Die Verlängerung auf 1000 betrug 124.

Das Mittel aus diesen Bestimmungen ergibt daher für die obere Epidermis des Blattes von *Hyacinthus orientalis* im frischen Zustande einen Festigkeitsmodul von 0·167 Kilogramm, ein Tragmodul von 0·1035 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 1·351 Kilogramm - Millimeter und eine Verlängerung von 124 auf 1000.

Diese Resultate, verglichen mit den an der unteren Epidermis gefundenen, zeigen, dass die Elasticität der oberen Epidermis bedeutend grösser, die Festigkeit aber geringer als an der unteren Oberhaut sich herausstellt.

III. Obere Epidermis des Blattes von *Hyacinthus orientalis.*

bei einem Wassergehalte des Blattes von nur 24%.

Länge des Streifens = 107·2 Millimeter. Breite = 10 Millimeter.

1. Versuch.

Bei	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von		
Bei	6·7	Gramm Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	3·—	Mm.
„	22	„	„	„	„	„	3·—	„
„	40	„	„	„	„	„	1·—	„
„	50	„	„	„	„	„	1·—	„
„	70	„	„	„	„	„	0·—	„
„	90	„	„	„	„	„	0·5	„
„	100	„	„	„	„	„	0·	„
„	120	„	„	„	„	„	0·5	„

Bei 160 Gramm Belastung erfolgte eine Verlängerung von	0·5	Mm.
„ 200 „ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 206·28 „ zerriss der Streifen.		
Totalbelastung = 0·20628 Kilogr.	Verlängerung = 10	Mm.

Die Fläche der Epidermiszellen betrug auf dem Querschnitte 0·191 Quadratmillimeter, woraus sich $F = 1·08$ Kilogramm, $T = 0·65$ Kilogramm und $E = 8·87$ Kilogramm-Millimeter berechnen; die Verlängerung auf 1000 beträgt 93·23. Ein

2. Versuch

lieferte ganz gleiche Resultate. Es ist also für die obere Epidermis von *Hyacinthus orientalis* im trockenen Zustande der Festigkeitsmodul = 1·08 Kilogramm, der Tragmodul = 0·65 Kilogramm, der Elasticitätsmodul = 8·87 Kilogramm - Millimeter und die Verlängerung auf 1000, 93·23.

Es ist also ersichtlich, dass die trockene Epidermis eine grössere Festigkeit aber eine geringere Elasticität zeigt als die frische, welche einen grösseren Wassergehalt besitzt.

IV. Untere Epidermis des Blattes von *Hyacinthus orientalis*

bei einem Wassergehalte des Blattes von 25%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 97·2 Millimeter. Breite = 6 Millimeter.

Bei 10·5 Gramm Belastung erfolgte eine Verlängerung von	2·—	Mm.
„ 25 „ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 40 „ „ „ „ „ „	1·—	„
„ 45·5 „ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 50 „ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 60 „ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 90 „ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 120 „ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 150 „ „ „ „ „ „	1·0	„
„ 170 „ „ „ „ „ „	1·—	„
„ 210 „ „ „ „ „ „	1·—	„
„ 223 „ zerriss der Streifen.		
Totalbelastung = 0·223 Kilogr.	Verlängerung = 9	Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug in wahrer Grösse 0·19 Quadratmillimeter, woraus sich $F = 1·23$ Kilogramm und $T = 0·89$ Kilogramm berechnen bei einer Elasticitätsgrenze von 0·1691 Kilogramm; der Elasticitätsmodul betrug 9·87 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 92·71 auf 1000. Ein

2. Versuch

ergab folgende Resultate: Bei einer Fläche der Epidermiszellen von 0·12 Quadratmillimeter und einem Zerreissgewichte von 0·1072 Kilogramm, $F = 1·06$ Kilogramm, $T = 0·75$ Kilogramm bei einer Elasticitätsgrenze von 0·09 Kilogramm, ferner $E =$ 9·9 Kilogramm - Millimeter.

3. Versuch.

Ein Streifen von 98 Millimeter Länge und 8 Millimeter Breite lieferte, $F = 1·058$ Kilogramm $T = 0·75$ Kilogramm, $E = 9·87$ Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 92·7 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen Versuchen genommen, zeigt desshalb für die untere Epidermis des Blattes von ***Hyacinthus orientalis*** im trockenen Zustande $F = 1·145$ Kilogramm, $T =$ 0·82 Kilogramm, $E = 9·78$ Kilogramm - Millimeter und eine Verlängerung von 92·71 auf 1000.

V. Obere Epidermis des Blattes von ***Allium Porrum.***

Wassergehalt des Blattes = 87%.

Länge des Streifens = 43·7 Millimeter. Breite = 5·7 Millimeter.

1. Versuch.

Bei 7·6 Gramm Belastung erfolgte eine Verlängerung von 1·5 Mm.
„ 12·6 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 20 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 25 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 30 „ „ „ „ „ „ 1·— „
„ 30·5 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 35 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 40 „ „ „ „ „ „ 0·5 „

Bei	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	Mm.
Bei 45	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von 0·5	Mm.
„ 50	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 60	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„ 65	„	„	„	„	„	„ 0·—	„
„ 66·6	„	zerriss der Streifen.					

Totalbelastung = 0·0666 Kilogr. Verlängerung = 7 Mm.

Der Querschnitt zeigte bei 400maliger linearer Vergrösserung stark verdickte Epidermiszellen von der Querschnittsfläche = 0·037 Quadratmillimeter. Desshalb berechnet sich F = 1·8 Kilogramm und bei einer Elasticitätsgrenze von 0·0247 Kilogramm, T = 0·67 Kilogramm. Der Elasticitätsmodulus berechnet sich auf 8·7 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 160 auf 1000.

2. Versuch.

Für einen Streifen aus derselben Epidermis und bei demselben Wassergehalte und einer Querschnittsfläche der Oberhautzellen von 0·3 Quadratmillimeter, bei einem Zerreissgewichte von 0·3375 Kilogramm, ergibt sich F = 1·125 Kilo und bei einer Elasticitätsgrenze von 0·3 Kilogramm, T = 1·0 Kilogramm, der Elasticitätsmodul betrug 8·9 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 160 auf 1000. Ein

3. Versuch

ergab für einen Streifen von derselben Länge und Breite bei einer Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·123 Quadratmillimeter F = 1·125 Kilogramm, T = 1·1 Kilogramm, E = 8·92 Kilogramm-Millimeter und ebenfalls eine Verlängerung von 160 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen Bestimmungen gibt demnach für die obere Epidermis des Blattes von *Allium Porrum* im frischen Zustande, F = 1·4625 Kilo, T = 0·835 Kilo, ferner E = 8·8 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 160 auf 1000.

VI. Untere Epidermis des Blattes von *Allium Porrum*

bei einem Wassergehalte des Blattes von 87%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 40·4 Millimeter. Breite = 5 Millimeter.

Bei	10 Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	1·—	Mm.
„	20	„	„	„	„	„	0·—	„
„	30	„	„	„	„	„	0·5	„
„	35·5	„	„	„	„	„	0.—	„
„	40	„	„	„	„	„	0·5	„
„	50	„	„	„	„	„	0·5	„
„	60	„	„	„	„	„	0·5	„
„	70	„	„	„	„	„	0·5	„
„	80	„	„	„	„	„	0·5	„
„	100	„	„	„	„	„	0·5	„
„	110	„	„	„	„	„	0·5	„
„	120	„	„	„	„	„	0·5	„
„	129·2	„	riss der Streifen entzwei.					

Totalbelastung = 0·1292 Kilogr. Verlängerung = 5·5 Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug in wahrer Grösse 0·071 Quadratmillimeter, hieraus ergibt sich $F = 1·75$ Kilogramm und bei einer Elasticitätsgrenze von 0·07952 Kilo, $T = 1·12$ Kilogramm, ferner $E = 12·7$ Kilogramm - Millimeter bei einer Verlängerung von 136 auf 1000.

2. Versuch.

Ein Streifen von derselben Länge und dem Querschnitte der Epidermiszellen von 0·13 Quadratmillimeter ergab: $F = 1·75$ Kilogramm und $T = 0·942$ Kilogramm, $E = 12·3$ Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 138 auf 1000.

Das Mittel aus diesen Versuchen ergibt demnach für die untere Epidermis des frischen Blattes von *Allium Porrum*: $F = 1·78$ Kilogramm, $T = 1·03$ Kilo, $E = 12·5$ Kilogramm - Millimeter und eine Verlängerung von 137 auf 1000.

VII. Obere Epidermis des Blattes von *Allium Porrum*

bei einem Wassergehalte des Blattes von 25%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 32 Millimeter. Breite = 6·5 Millimeter.

Bei	20	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung von	1·—	Mm.
„	30	„	„	„	„	„	„ 0·—	„
„	40	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	60	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	80	„	„	„	„	„	„ 0	„
„	100	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	150	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	200	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	250	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	300	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	350	„	„	„	„	„	„ 0	„
„	370	„	zerriss der Streifen.					

Totalbelastung = 0·37 Kilogr. Verlängerung = 4·5 Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug 0·176 Quadratmillimeter; hieraus $F = 2{\cdot}1$ Kilogramm, $T = 1{\cdot}23$ Kilogramm und $E = 14{\cdot}1$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 130 auf 1000.

2. Versuch.

Ein Streifen von derselben Länge und einer Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·23 Quadratmillimeter gab folgende Resultate: $F = 2{\cdot}15$ Kilo, $T = 1{\cdot}25$ Kilo, $E = 14{\cdot}5$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 135 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen Versuchen ergibt somit für die obere Epidermis des trockenen Blattes von *Allium Porrum*, $F = 2{\cdot}125$ Kilogramm, $T = 1{\cdot}25$ Kilogramm, $E = 14{\cdot}3$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 132 auf 1000.

VIII. Untere Epidermis des Blattes von *Allium Porrum*

bei einem Wassergehalte des Blattes von 25%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 38·8 Millimeter. Breite = 4·5 Millimeter.

Bei	20 Gramm	Belastung erfolgte eine Verlängerung von	1·—	Mm.
„	40	„ „ „ „ „	0·5	„
„	50	„ „ „ „ „	0·5	„
„	70	„ „ „ „ „	0·—	„
„	90	„ „ „ „ „	0·5	„
„	120	„ „ „ „ „	0·5	„
„	150	„ „ „ „ „	0·5	„
„	200	„ „ „ „ „	0·5	„
„	250	„ „ „ „ „	0·5	„
„	300	„ „ „ „ „	0·5	„
„	400	„ „ „ „ „	0 0	„
„	420	„ „ „ „ „	0·—	„
„	450	„ riss der Streifen entzwei.		

Totalbelastung = 0·45 Kilogr. Verlängerung = 5 Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug im Mittel 0·125 Quadratmillimeter, woraus sich $F = 2·3$ Kilo und $T = 1·03$ Kilogramm, bei einer Elasticitätsgrenze von 0·221 Kilogramm berechnen. Der Elasticitätsmodul war 16·25 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 128 auf 1000.

2. Versuch.

Ein Streifen aus derselben Epidermis und bei demselben Wassergehalte ergab für einen Querschnitt der Zellen von 0·223 Quadratmillimeter und bei einem Zerreissgewichte von 0·49283 Kilogramm, $F = 2·21$ Kilogramm, $T = 1·12$ Kilogramm, $E = 16·70$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 132 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen Beobachtungen zeigt also für die untere Epidermis des trockenen Blattes von *Allium*

Porrum, $F = 2{\cdot}225$ Kilogramm, $T = 1{\cdot}075$ Kilo, $E = 16{\cdot}45$ Kilogramm - Millimeter und eine Verlängerung von nur 130 auf 1000.

IX. Obere Epidermis des Blattes von *Allium cepa*

bei einem Wassergehalte des Blattes von 85%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 68 Breite = 6·5 Millimeter.

Bei	7·6	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von 3·—	Mm.
„	20	„	„	„	„	„	„ 2·0	„
„	40	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	45	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	50	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	56	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	60	„	„	„	„	„	„ 0·—	„
„	65	„	„	„	„	„	„ 0·5	„
„	70	„	„	„	„	„	„ 0·—	„
„	79	„	riss der Streifen.					

Totalbelastung = 0·079 Kilogr. Verlängerung = 7·5 Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug in wahrer Grösse 0·152 Quadratmillimeter, wesshalb sich folgende Werthe berechnen, $F = 0{\cdot}537$ Kilogramm, $T = 0{\cdot}171$ Kilogramm, bei einer Elasticitätsgrenze von 0·02599 Kilogramm, ferner $E = 8{\cdot}9$ Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 110 auf 1000.

2. Versuch.

Dieser Versuch ergab für einen Streifen von derselben Länge und der Querschnittsfläche von 0·131 Quadratmillimeter der Epidermiszellen $F = 0{\cdot}54$ Kilogramm, $T = 0{\cdot}18$ Kilogramm und $E = 9{\cdot}0$ Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 110 auf 1000. Ein

3. Versuch,

welcher ebenfalls mit einem Streifen derselben Epidermis und bei derselben Länge ausgeführt wurde, ergab folgende Resultate: $F = 0{\cdot}6$ Kilogramm, $T = 0{\cdot}176$ Kilogramm, $E = 8{\cdot}8$ und eine Verlängerung von 110 auf 1000.

Das Mittel aus diesen Versuchen gibt demnach für die obere Epidermis des frischen Blattes von *Allium cepa* folgende Werthe: F = 0·826 Kilogramm, T = 0·176 Kilogramm, E = 8·91 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 110 auf 1000.

X. Untere Epidermis des Blattes von *Allium cepa*.

Wassergehalt des Blattes = 85%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 40 Millimeter. Breite = 10 Millimeter.

Bei	10·5	Gramm Belastung erfolgte eine Verlängerung von	0·5 Mm.
„	40	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„	50	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„	70	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„	100	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„	150	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„	170	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„	175	„ „ „ „ „ „	0·— „
„	175·3	„ zerriss der Streifen.	

Totalbelastung = 0·1753 Kilogr. Verlängerung = 3·5 Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug in wahrer Grösse 0·167 Quadratmillimeter, woraus sich F = 1·05 Kilogramm und T = 0·72 Kilogramm berechnen, ferner E = 12·8 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 87·5 auf 1000.

2. Versuch.

Ein Streifen von derselben Länge und einer Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·0923 Quadratmillimeter ergab F = 1·12 Kilogramm, T = 0·81 Kilogramm, E = 12·91 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 90 auf 1000. Ein

3. Versuch

lieferte ähnliche Resultate und zwar F = 1·07 Kilogramm bei einem Zerreissgewichte von 0·062 Kilogramm und einer Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·058 Quadratmillimeter,

ferner T = 0·82 Kilo, E = 12·9 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 85·5 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen Bestimmungen zeigt desshalb für die untere Epidermis des frischen Blattes von *Allium cepa* ein Festigkeitsmodul = 1·413 Kilogramm, ein Tragmodul = 0·783 Kilogramm, einen Elasticitätsmodul = 12·87 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 87·5 auf 1000.

XI. Obere Epidermis des Blattes von *Allium cepa*

bei einem Wassergehalte des Blattes = 30%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 38·8 Millimeter. Breite = 4·5 Millimeter.

Bei	7·6	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	0·5	Mm.
„	20	„	„	„	„	„	„	1·—	„
„	25	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	35	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	45	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	50	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	55	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	59	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	59·5	„	zerriss der Streifen.						

Totalbelastung = 0·0595 Kilogr. Verlängerung = 3·5 Mm.

Die mikroskopische Untersuchung des Querschnittes zeigte stark verdickte Epidermiszellen von der Querschnittsfläche in wahrer Grösse = 0·034 Quadratmillimeter. Es berechnet sich daher F = 1·75 Kilogramm und T = 0·74 Kilo bei einer Elasticitätsgrenze von 0·02516 Kilogramm, ferner E = 15·87 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 90 auf 1000.

2. Versuch.

Für einen Epidermisstreifen derselben Länge und einer Querschnittsfläche der Zellen von 0·052 Quadratmillimeter ergab sich bei einem Zerreissgewichte von 0·0816 Kilogramm, F = 1·57 Kilogramm, T = 0·83 Kilogramm, ferner E = 18·7 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 76 auf 1000. Der

3. Versuch

mit einem Streifen aus derselben Epidermis lieferte folgende Resultate: $F = 1·75$ Kilogramm, bei einem Zerreissgewichte von 0·0542 Kilogramm und einer Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·031 Quadratmillimeter, ferner $T = 1·04$ Kilogramm, $E = 18·8$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 89·8 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen 3 Versuchen zeigt desshalb für die obere Epidermis des trockenen Blattes von *Allium cepa*, $F = 1·693$ Kilogramm, $T = 0·87$ Kilogramm, $E = 17·47$ Kilogramm - Millimeter und eine Verlängerung von 85 auf 1000.

XII. Untere Epidermis des Blattes von *Allium cepa*

bei einem Wassergehalte des Blattes = 30%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 48·3 Millimeter. Breite = 15·5 Millimeter.

Bei	20	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	1·— Mm.
„	50	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„	70	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„	100	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„	120	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„	160	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„	200	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„	210	„	„	„	„	„	„	0·— „
„	230	„	„	„	„	„	„	0·— „
„	230·14	„	riss der Streifen entzwei.					

Totalbelastung = 0·23014 Kilogr. Verlängerung = 4·Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug in wahrer Grösse 0·142 Quadratmillimeter, woraus sich $F = 1·7$ Kilogramm, $T = 0·82$, $E = 19·7$ Kilogramm - Millimeter und eine Verlängerung von 83 auf 1000 berechnen.

2. Versuch.

Mit einem Streifen von derselben Länge und der Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·051 Quadratmillimeter

ergab folgende Werthe: $F = 1·81$ Kilogramm, $T = 0·93$ Kilogramm, $E = 18·5$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 82·53 auf 1000. Ein

3. Versuch

lieferte folgende Resultate: $F = 1·91$ Kilo, $T = 1·07$ Kilo, $E = 19·5$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 84·3 auf 1000.

Das Mittel aus diesen Beobachtungen genommen, ergibt daher für die untere Epidermis des trockenen Blattes von *Allium cepa* ein Festigkeitsmodul von 1·8 Kilogramm, ein Tragmodul von 0·93 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 18·91 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 82·3 auf 1000.

XIII. Obere Epidermis des Blattes von *Tulipa praecox*

bei einem Wassergehalte des Blattes von 89%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 64·6 Millimeter. Breite = 8·5 Millimeter.

Bei	Gramm Belastung erfolgte eine Verlängerung von	Mm.
Bei 20	Gramm Belastung erfolgte eine Verlängerung von	2·— Mm.
„ 40	„ „ „ „ „ „	1·— „
„ 60	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„ 70	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„ 90	„ „ „ „ „ „	1·— „
„ 100	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„ 105·8	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„ 109	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„ 110·7	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„ 112	„ „ „ „ „ „	0·5 „
„ 112·4	„ zerriss der Streifen.	

Totalbelastung = 0·1124 Kilogr. Verlängerung = 7·5 Mm.

Auch bei der Epidermis dieses Blattes zeigte der Querschnitt stark verdickte Oberhautzellen von der Fläche = 0·154 Quadratmillimeter, wesshalb sich hieraus $F = 0·73$ Kilo, $T = 0·189$ Kilo, $E = 8·1$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 116 auf 1000 berechnen.

2. Versuch.

Ein Streifen aus derselben Epidermis und bei demselben Wassergehalte des Blattes lieferte folgende Resultate: $F = 0·834$ Kilogramm, $T = 0·21$ Kilogramm, $E = 8·57$ und eine Verlängerung von 112 auf 1000. Ein

3. Versuch

mit einem Streifen von derselben Länge und einer Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·017 Quadratmillimeter ergab $F = 0·971$ Kilogramm, $T = 0·233$ Kilogramm, $E = 8·71$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 116 auf 1000.

Aus diesen 3 Versuchen das arithmetische Mittel genommen, ergibt sich demnach für die obere Epidermis des frischen Blattes von *Tulipa praecox* ein Festigkeitsmodul von 0·845 Kilogramm, ein Tragmodul = 0·2103 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul = 8·56 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 114·5 auf 1000.

XIV. Untere Epidermis des Blattes von *Tulipa praecox*

bei einem Wassergehalte des Blattes von 89%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 60·7 Millimeter. Breite = 4·5 Millimeter.

Bei 7·6	Gramm Belastung erfolgte eine Verlängerung von	2·5	Mm.
„ 15	„ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 30	„ „ „ „ „ „	1·—	„
„ 40	„ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 50	„ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 60	„ „ „ „ „ „	0·5	„
„ 65	„ „ „ „ „ „	0·—	„
„ 70	„ „ „ „ „ „	0·—	„
„ 78·75	„ zerriss der Streifen.		
Totalbelastung = 0·07875 Kilogr.	Verlängerung =	5·5	Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug in wahrer Grösse 0·036 Quadratmillimeter, woraus sich $F = 1·25$ Kilogramm, $T = 0·72$ Kilogramm, $E = 13·2$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 90·5 auf 1000 berechnen. Ein

2. Versuch

mit einem Streifen von derselben Länge und demselben Wassergehalte zeigte folgende Verhältnisse: $F = 1 \cdot 05$ Kilo, bei einer Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·043 Quadratmillimeter, dann $T = 0 \cdot 28$ Kilogramm, $E = 12 \cdot 7$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 87·2 auf 1000. Der

3. Versuch

ergab für eine Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·04 Quadratmillimeter, $F = 1 \cdot 07$ Kilogramm, $T = 0 \cdot 31$ Kilo, $E = 13 \cdot 2$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 90 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen 3 Versuchen ergibt desshalb für die untere Epidermis des frischen Blattes von *Tulipa praecox* ein Festigkeitsmodul = 1·123 Kilo, ein Tragmodul = 0·5 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul = 12·96 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 89·23 auf 1000.

XV. Obere Epidermis des Blattes von *Tulipa praecox*

bei einem Wassergehalte des Blattes von 26%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 60·6 Millimeter. Breite = 5·5 Millimeter.

Bei 10 Gramm Belastung erfolgte eine Verlängerung von 2·5 Mm.
„ 25 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 35 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 45 „ „ „ „ „ „ 0·— „
„ 50 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 80 „ „ „ „ „ „ 0·5 „
„ 100 „ „ „ „ „ „ 0·— „
„ 120 „ „ „ „ „ „ 0·— „
„ 133·5 „ zerriss der Streifen.

Totalbelastung = 0·1335 Kilogr. Verlängerung = 4·5 Mm.

Der belastete Querschnitt der Epidermiszellen berechnete sich auf 0·075 Quadratmillimeter, wesshalb sich folgende Werthe

ergaben: $F = 1·78$ Kilogramm, $T = 1·05$ Kilogramm, $E = 20·1$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 74·2 auf 1000.

2. Versuch.

Mit einem Streifen derselben Länge und derselben Epidermis zeigte $F = 1·81$ Kilogramm bei einer Querschnittsfläche der Oberhautzellen von 0·037 Quadratmillimeter, ferner $T = 1·13$ Kilogramm, $E = 19·81$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 81·52 auf 1000. Ein

3. Versuch

lieferte folgende Resultate: $F = 1·87$ Kilogramm, $T = 1·07$ Kilo, $E = 18·89$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 83 auf 1000.

Hieraus berechnet sich als Mittel aus diesen 3 Versuchen für die obere Epidermis des trockenen Blattes von *Tulipa praecox* ein Festigkeitsmodul von 1·872 Kilogramm, ein Tragmodul = 1·083 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 18·98 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 79·52 auf 1000.

XVI. Untere Epidermis des Blattes von *Tulipa praecox*

bei einem Wassergehalte des Blattes von 26%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 44·5. Breite = 6·2 Millimeter.

Bei 7·6	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	0·5 Mm.
„ 20	„	„	„	„	„	„	1·— „
„ 40	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 60	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 80	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 100	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 110	„	„	„	„	„	„	0·— „
„ 120	„	„	„	„	„	„	0·— „
„ 120·96	„	zerriss der Streifen.					

Totalbelastung = 0·12096 Kilogr. Verlängerung = 3·5 Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug in wahrer Grösse 0·063 Quadratmillimeter. Es berechnet sich desshalb F = 1·92 Kilogramm, T = 1·23 Kilogramm, E = 20·5 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 78·5 auf 1000. Ein

2. Versuch

mit einem Streifen derselben Epidermis und bei demselben Wassergehalte ergab bei einem Zerreissgewichte von 0·0543 Kilogramm, F = 1·87 Kilogramm, T = 1·21 Kilogramm, E = 19·22 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 72·43 auf 1000. Ein

3. Versuch

zeigte folgende Resultate: F = 1·79 Kilogramm, T = 1·31 Kilo, E = 19·1 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 74 auf 1000.

Es ergibt sich daher für die untere Epidermis des trockenen Blattes von *Tulipa praecox* ein Festigkeitsmodul von 1·89 Kilo, ein Tragmodul von 1·23 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul = 19·3 und eine Verlängerung von 75·2 auf 1000.

Die folgende Tabelle (Seite 49) enthält nun alle Resultate zusammengefasst, welche sich aus den Versuchen in diesem Abschnitte ergeben haben.

Diese Versuche zeigen nun auf das deutlichste, dass auch an der vegetabilischen Epidermis gerade so wie am Baste und am Holze das Gesetz sich offenbart, dass die absolute Festigkeit im trockenen Zustande grösser ist als im frischen, die Elasticität aber sich geringer herausstellt.

Allein diese Versuche lehren auch noch eine andere, ganz merkwürdige Thatsache, nämlich die, dass die obere Epidermis der untersuchten Blätter auch andere Festigkeits- und Elasticitätsverhältnisse als die untere erkennen lässt, dass die Festigkeit der oberen Epidermis kleiner, die Elasticität aber grösser ist, während für die Oberhaut der Unterseite des Blattes gerade das Umgekehrte gilt. Die Elasticität der Epidermis ist demnach an der Zugseite des Blattes grösser als an der Druckseite.

Tabelle II.

Name	Epidermis	Wassergehalt des Blattes in Procenten	Tragmodul in Kilogrammen	Festigkeitsmodul in Kilogrammen	Elasticitätsmodul in Kilogramm-Millimeter	Verlängerung auf 100''
Hyacinthus orientalis	obere	90	0·1035	0·167	1·351	124
„	untere	90	0·16	0·23	2·165	95·7
„	obere	24	0·65	1·08	8·87	93·23
„	untere	24	0·82	1·145	9·78	92·17
Allium Porrum . .	obere	87	0·835	1·4625	8·8	160
„ „ . .	untere	87	1·03	1·78	12·5	137
„ „ . .	obere	25	1·24	2·125	14·3	132
„ „ . .	untere	25	1·075	2·255	16·45	130
Allium cepa	obere	85	0·167	0·826	8·91	110
„ „	untere	85	0·783	1·413	12·87	87·5
„ „	obere	30	0·87	1·693	17·47	85·0
„ „	untere	30	0·93	1·8	18 91	82·3
Tulipa praecox . .	obere	89	0·2103	0·845	8·56	114·5
„ „ . .	untere	89	0·5	1·123	12·96	89·23
„ „ . .	obere	26	1·083	1·872	18·98	79·57
„ „ . .	untere	26	1·23	1·89	19·3	75·2

2. Beziehung der Elasticität der Epidermis zum Heliotropismus.

Die herrschende Ansicht über das Zustandekommen des Heliotropismus ist wohl die, dass die Schattenseite stärker wächst als die Lichtseite des betreffenden Organes.

Diese Ansicht steht jedoch nicht unangefochten da; es sind noch zwei andere Erklärungsweisen gegeben worden. Einmal der ungleiche Turgor der Zellen an der Licht- und Schattenseite, und dann die verminderte Dehnbarkeit der Zellenwände in Folge stärkerer Verdickung an der dem Lichte zugewendeten Seite des betreffenden Organes.

Die Gründe für und wider diese Erklärungsweisen hat Sachs[1] eingehend beleuchtet.

Es ist indess für die Erklärung des positiven Heliotropismus noch eine vierte Möglichkeit in Betracht zu ziehen.

Die im früheren Capitel constatirte Thatsache der ungleichen Elasticität an verschiedenen Seiten eines Organes könnte möglicherweise zur Erklärung des Zustandekommens des positiven Heliotropismus herangezogen werden, falls sich ein Einfluss der Beleuchtung auf die Elasticität der Gewebe eines heliotropisch krümmungsfähigen Organes zeigen würde. Ich habe deshalb zunächst versucht nachzusehen, wie sich die Elasticität der Oberhaut an der Licht- und Schattenseite heliotropisch krümmungsfähiger Organe verhält.

Die Versuche habe ich mit der Epidermis des Blüthenstieles der Hyacinthe und der Tulpe ausgeführt und hier auch ziemlich auffallende Unterschiede in der Elasticität der Licht- und Schattenseite constatirt.

Der Vollständigkeit wegen und im Anschlusse an die vorhergegangenen Versuche wurde auch in den folgenden Experimenten die Festigkeit nebenher bestimmt.

---

[1] Lehrbuch der Botanik, 4. Auflage, pag. 807.

I. Vordere Epidermis des Blüthenstieles von *Hyacinthus orientalis*

bei einem Wassergehalte von 85%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 71 Millimeter. Breite = 4 Millimeter.

Bei	7·5	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	1·5	Mm.
„	12·6	„	„	„	„	„	„	1·5	„
„	17·6	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	19·6	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	21·6	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	26·6	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	29·75	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	35	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	36·21	„	riss der Streifen entzwei.						

Totalbelastung = 0·03621 Kilogr. Verlängerung = 5·5 Mm.

Die Epidermiszellen zeigten bei einer 400maligen linearen Vergrösserung stark excentrisch verdickte Membranen und zwar betrug der Querschnitt derselben in wahrer Grösse 0·017 Quadratmillimeter. Es berechnet sich desshalb hieraus $F = 2·13$ Kilogramm und bei einer Elasticitätsgrenze von 0·02975 Kilogramm, $T = 1·75$ Kilogramm, der Elasticitätsmodul erreichte hier die Zahl von 24·2 Kilogramm-Millimeter, während die Verlängerung auf 1000 nur 76·78 betrug.

2. Versuch.

Ein Streifen von derselben Oberhaut und demselben Wassergehalte des Blüthenstieles ergab bei einer Querschnittsfläche der Epidermiszellen von 0·0207 Quadratmillimeter, $F = 2·12$ Kilo, $T = 1·81$ Kilogramm, $E = 24·32$ Kilogramm-Millimeter, bei einer Verlängerung von 77·1 auf 1000. Ein

3. Versuch,

welcher mit einem Streifen von derselben Länge angestellt wurde, zeigte bei einer Querschnittsfläche der Epidermiszellen von

0·0182 Quadratmillimeter, $F = 2·13$ Kilogramm, $T = 1·74$ Kilogramm, $E = 24·12$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 75·2 auf 1000.

Das Mittel aus diesen Bestimmungen ergibt also für die vordere der grösseren Lichtintensität ausgesetzten Epidermis ein Festigkeitsmodul von 2·126 Kilogramm, ein Tragmodul von 1·75 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 24·213 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 76·3 auf 1000.

II. Hintere Epidermis des Blüthenstieles von *Hyacinthus orientalis.*

Wassergehalt = 85%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 100 Millimeter. Breite = 4·5 Millimeter.

Bei 7·6	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	5·—	Mm.
„ 15	„	„	„	„	„	„	2·—	„
„ 25	„	„	„	„	„	„	1·—	„
„ 30	„	„	„	„	„	„	1·5	„
„ 35	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„ 45	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„ 50	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„ 53	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„ 53·253	„	riss der Streifen.						

Totalbelastung = 0·053253 Kilogr. Verlängerung = 11·5 Mm.

Der Querschnitt der Epidermiszellen betrug in wahrer Grösse 0·061 Quadratmillimeter; hieraus berechnet sich $F = 0·873$ Kilogramm und bei einer Elasticitätsgrenze von 0·007564 Kilogramm, $T = 0·124$ Kilogramm, ferner $E = 8·75$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 115 auf 1000.

2. Versuch.

Ein Streifen von derselben Epidermis derselben Länge und demselben Wassergehalte lieferte folgende Werthe: $F = 0·875$ Kilogramm, $T = 0·126$ Kilogramm, $E = 8·97$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 117 auf 1000. Ein

3. Versuch

ergab für einen Streifen von derselben Länge und einem Querschnitt der Epidermiszellen von 0·065 Quadratmillimeter, $F =$ 0·881 Kilogramm, $T = 0·131$ Kilogramm, $E = 9·12$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 113 auf 1000.

Es berechnet sich demgemäss für die hintere Epidermis des Blüthenstieles von Hyacinthus ein Festigkeitsmodul von 0·876 Kilogramm, ein Tragmodul von 0·127 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 8·946 Kilogramm - Millimeter und eine Verlängerung von 115 auf 1000.

Es geht also schon aus diesen zwei Versuchsreihen hervor, dass in der That die vordere Epidermis andere Festigkeits- und Elasticitätsverhältnisse zeigt, als die hintere, in der Weise, dass die Festigkeit der vorderen Oberhaut grösser, die Elasticität aber kleiner ist als an der Epidermis der Rückseite des Blattes.

III. Vordere Epidermis des Blüthenstieles von *Tulipa praecox*

bei einem Wassergehalte von 8%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 56 Millimeter. Breite = 4·5 Millimeter.

Bei 7·6	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	1·5 Mm.
„ 25	„	„	„	„	„	„	1·— „
„ 35	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 45	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 55	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 65	„	„	„	„	„	„	0·— „
„ 69·36	„	riss der Streifen entzwei.					

Totalbelastung = 0·06936 Kilogr. Verlängerung = 4 Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug in wahrer Grösse 0·034 Quadratmillimeter; woraus sich $F = 2·04$ Kilogramm, $T = 0·72$ Kilogramm, $E = 25·68$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 71·3 auf 1000 berechnen. Der

2. Versuch.

Mit einem Streifen von derselben Länge und demselben Wassergehalte ergab $F = 2 \cdot 03$ Kilogramm, $T = 0 \cdot 74$ Kilogramm, $E = 25 \cdot 7$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 72·1 auf 1000. Der

3. Versuch

lieferte folgende Resultate: $F = 2 \cdot 004$ Kilogramm, $T = 0 \cdot 73$ Kilogramm, $E = 25 \cdot 72$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 71·5 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen Bestimmungen ergibt demnach für die vordere Epidermis des Blüthenstieles von *Tulipa praecox* ein Festigkeitsmodul von 2·024 Kilogramm, ein Tragmodul von 1·73 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 25·36 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 71·5 auf 1000.

IV. Hintere Epidermis des Blüthenstieles von *Tulipa praecox*

bei einem Wassergehalte von 89%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 64 Millimeter. Breite = 5 Millimeter.

Bei 7·6	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	3·5 Mm.
„ 21·5	„	„	„	„	„	„	1·5 „
„ 30	„	„	„	„	„	„	1·— „
„ 35	„	„	„	„	„	„	1·— „
„ 40	„	„	„	„	„	„	1·— „
„ 42	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 42·441	„	zerriss der Streifen.					

Totalbelastung = 0·042441 Kilogr. Verlängerung = 8·5 Mm.

Die Querschnittsfläche der Epidermiszellen betrug in wahrer Grösse 0·043 Quadratmillimeter. Es berechnet sich desshalb $F = 0 \cdot 987$ Kilogramm, $T = 0 \cdot 322$ Kilogramm, $E = 8 \cdot 25$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 120·4 auf 1000.

2. Versuch.

Ein Streifen von derselben Epidermis derselben Länge und demselben Wassergehalte zeigte in $F = 1\cdot004$ Kilogramm, $T = 0\cdot41$ Kilogramm, $E = 8\cdot78$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 120·23 auf 1000. Der

3. Versuch

ergab folgende Werthe: $F = 0\cdot98$ Kilogramm, $T = 0\cdot34$ Kilogramm, $E = 8\cdot37$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 121·07 auf 1000.

Es berechnet sich demnach für die hintere Epidermis des Blüthenstieles von *Tulipa praecox* in $F = 1$ Kilogramm, $T = 0\cdot384$ Kilogramm, $E = 8\cdot46$ Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 120·83 auf 1000.

Auch diese Versuchsreihe bestätigt die früher ausgesprochene Thatsache, dass die Epidermis heliotropisch gekrümmter Organe an der Lichtseite andere Elasticitäts- und Festigkeitsverhältnisse darbietet, als an der Schattenseite des Blattes. Während also die Epidermis der Lichtseite bei Hyacinthus ein Festigkeitsmodul von 2·126 Kilogramm und ein Elasticitätsmodul von 24·215 Kilogramm-Millimetern zeigte, fand ich an der Epidermis der Schattenseite einen kleineren Festigkeitsmodul, nämlich 0·876 Kilogramm, während die Elasticität bedeutend grösser sich herausstellte; der Elasticitätsmodulus betrug nämlich nur mehr 8·946 Kilogramm-Millimeter. Aus den Versuchen mit der Epidermis des Blüthenstieles von *Tulipa praecox* geht, wie schon erwähnt, dasselbe hervor.

Diese Versuche mit der Oberhaut positiv heliotropischer Organe ergeben demnach das Resultat, dass die Epidermis der Lichtseite eine grössere Festigkeit, aber eine kleinere Elasticität besitzt, als die Oberhaut der Schattenseite; diese vielmehr zeigt eine grössere Elasticität, aber eine geringere Festigkeit.

Aus diesen Versuchen ergibt sich nun, dass unter dem Einflusse des Lichtes die genannten Blüthenstiele eine Krümmung nach dem Lichte hin annehmen müssen, selbst unter der Voraus-

setzung, dass der Druck, den die spannenden Gewebe auf der Oberhaut ausüben, ein gleicher wäre.

Ob indess hierdurch der positive Heliotropismus eine Erklärung findet, oder ob auf diese Weise eine Verstärkung des positiven Heliotropismus zu Stande kommt, müssen noch fernere Versuche entscheiden.

Da die Elasticität der Epidermis an der Vorderseite des Blüthenstieles eine geringere ist als an der Rückseite, und in der Festigkeit das Umgekehrte sich ergeben hat, so darf mit Rücksicht auf die früher mitgetheilten Versuche geschlossen werden, dass die vordere Epidermis wasserärmer ist, als die hintere, was in diesen Fällen wohl als eine Wirkung des Lichtes wird angesehen werden müssen.

3. Antheil der Epidermis an der Festigkeit des ganzen Blattes.

Bei den im ersten Capitel mitgetheilten Versuchen über die Festigkeit und Elasticität der Blätter von *Hyacinthus*, *Allium* und *Tulipa* ist schon bemerkt worden, dass der Querschnitt nur einen sehr schwach entwickelten Bast erkennen liess, dass überhaupt die Elemente des specifisch-mechanischen Systems nur eine sehr geringe Festigkeit zeigten. Und dennoch stellte sich eine im Vergleiche zu den übrigen untersuchten Blättern ziemlich grosse Festigkeit des ganzen Blattes heraus.

Diese anscheinend widersinnige und merkwürdige Thatsache glaube ich durch die vorhergegangenen Versuche mit der Epidermis der genannten Pflanzentheile erklären zu können und schliesse desshalb die diesbezüglichen Bemerkungen darüber hier an.

Um aber nicht immer auf die in beiden Abschnitten zerstreuten Versuche hinweisen zu müssen, stelle ich im Folgenden die Resultate zusammen, welche ich am ganzen Blatte jedoch nur mit Berücksichtigung der Querschnittsfläche des Bastes, und welche ich an der Epidermis desselben Organes gefunden habe, aus denen sowohl der Unterschied in der Festigkeit und Elasticität, als auch der Antheil der Epidermis an der Herstellung der Festigkeit des Blattes ersichtlich werden wird.

Tabelle III.

Name	Wassergehalt in Procenten	Blatt sammt beiden Epidermen [1]		Obere Epidermis		Untere Epidermis		Mittel aus beiden Epidermen	
		T.	F.	T.	F.	T.	F.	T.	F.
Hyacinthus orientalis.	90	12·27	16·27	0·1035	0·167	0·16	0·23	0·1317	0·1985
„ „ .	25	17·54	20·027	0·65	1·08	0·82	1·145	0·735	1·112
Allium Porrum	82	14·71	17·6	0·835	1·4625	1·03	1·78	0·931	1·621
„ „	25	17·27	21·4	1·24	2·125	1·075	2·255	1·157	2·195
Allium cepa	80	12·9	17·85	0·167	0·826	0·783	1·413	0·475	0·6195
„ „	27	16·16	20·8	0·87	1·693	0·93	1·8	0·9	1·746
Tulipa praecox	85	11·3	15·72	0·2103	0·845	0·5	1·123	0·16	0·434
„ „	26	15·88	19·886	1·083	1·872	1·23	1·89	1·16	1·881

[1] Bei den in dieser Rubrik angegebenen Werthen ist aber nur der Querschnitt des Bastes in Rechnung gezogen worden.

Aus dieser Zusammenstellung geht schon hervor, dass die Epidermis einen nicht unbedeutenden Antheil an der Festigkeit des betreffenden Blattes haben muss.

Den klarsten Beweis von der Richtigkeit dieser Voraussetzung gaben jedoch mehrere Versuche, welche ich mit den Blättern von *Allium Porrum* und *Tulipa praecox* anstellte, die von beiden Epidermen befreit, also in der That nur der Bast auf die Festigkeit einen Einfluss hatte.

I. Blatt von *Allium Porrum* ohne Epidermen.

Wassergehalt = 87%.

1. Versuch.

Länge des Streifens = 104 Millimeter. Breite = 14·5 Millimeter.

Bei 20	Gramm	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	1·5 Mm.
„ 40	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 50	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 60	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 80	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 90	„	„	„	„	„	„	0·— „
„ 100	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 110	„	„	„	„	„	„	0·— „
„ 120	„	„	„	„	„	„	0·5 „
„ 140	„	„	„	„	„	„	0·— „
„ 147·18	„	riss der Streifen entzwei.					

Totalbelastung = 0·14718 Kilogr. Verlängerung = 4·5 Mm.

Als Querschnitt der mechanischen Zellen wurden auch hier nur die Bastzellen in Rechnung gezogen, weil die zartwandigen schwachen Parenchymzellen ohne Fehler vernachlässigt werden können. Die Querschnittsfläche des Bastes betrug 0·021 Quadratmillimeter, woraus sich ein Festigkeitsmodul von 6·73 Kilogramm und ein Tragmodul von 5·84 Kilogramm berechnen bei einer Elasticitätsgrenze von 0·037 Kilogramm.

2. Versuch.

Ein Streifen von derselben Länge und ebenfalls ohne die beiden Oberhäute zerriss bei einem Gewichte von 0·128 Kilogramm. Die Querschnittsfläche des Bastes berechnete sich auf 0·019 Quadratmillimeter, weshalb sich die folgenden Werthe ergeben: Ein Festigkeitsmodul von 6·71 Kilogramm und ein Tragmodul von 5·4 Kilogramm.

3. Versuch.

Auch in diesem Versuche zeigten sich ähnliche Resultate: ein Festigkeitsmodul von 6·73 Kilogramm und ein Tragmodul von 5·27 Kilogramm.

Das arithmetische Mittel aus diesen Versuchen ergibt demnach für das frische Blatt von *Allium Porrum* jedoch ohne die beiden Epidermen nur ein Festigkeitsmodul von 6·723 Kilogramm und ein Tragmodul von 5·34 Kilogramm.

Ich habe ferner auch mit dem trockenen Blattriemen ohne die Epidermen Versuche angestellt, und diese ergaben folgende Resultate: Bei einem Zerreissgewichte von 0·2536 Kilogramm berechnete sich für einen Riemen von der Länge von 110 Millimeter und einer Querschnittsfläche des Bastes von 0·022 Quadratmillimeter, ein Festigkeitsmodul von 11·5 Kilogramm und ein Tragmodul von 10·3 Kilogramm, also ebenfalls wieder im trockenen Zustande eine grössere Festigkeit, aber bedeutend kleiner im Vergleiche zu dem Streifen mit beiden Epidermen. Eine weitere Versuchsreihe mit den Blättern von *Tulipa praecox* zeigte Ähnliches:

II. Blatt von ***Tulipa praecox*** ohne die beiden Epidermen.

Wassergehalt = 85%.

1. Versuch.

Die Querschnittsfläche des Bastes betrug für einen Riemen von 98 Millimetern Länge, welcher bei einer Belastung von 0·5462 Kilogramm zerriss 0·042 Quadrat-Millimeter, wesshalb sich ein Festigkeitsmodul von 13·1 Kilogramm und ein Tragmodul von 9·87 Kilogramm berechnen. Ein

2. Versuch

mit einem Streifen derselben Länge und desselben Blattes zeigte bei einem Querschnitte des Bastes von 0·035 Quadratmillimeter und einem Zerreissgewichte von 0·469 Kilogramm ein Festigkeitsmodul von 13·42 Kilogramm und ein Tragmodul von 10·51 bei einer Elasticitätsgrenze von 0·367 Kilogramm. Der

3. Versuch

ergab folgende Resultate: für einen Riemen von derselben Länge und demselben Blatte. Bei einem Zerreissgewichte von 0·473 Kilogramm ein Festigkeitsmodul von 13·37 und ein Tragmodul von 10·19 Kilogramm.

Das Mittel aus diesen drei Bestimmungen ergibt demgemäss für das frische Blatt von *Tulipa praecox* jedoch ohne die beiden Oberhäute ebenfalls nur ein Festigkeitsmodul von 13·37 Kilogramm und ein Tragmodul von 10·19 Kilogramm.

Auch die Versuche mit dem trockenen Riemen desselben Blattes, welche früher von den beiden Epidermen befreit wurden, ergaben viel kleinere Werthe für die absolute Festigkeit und das Tragvermögen, als es bei den Riemen der Fall war, welche mit den beiden Oberhäuten belastet wurden.

Der trockene Riemen von *Tulipa praecox* lieferte folgende Resultate:

1. Versuch.

Ein Riemen von 85 Millimetern Länge und einer Querschnittsfläche des Bastes von 0·072 Quadratmillimetern ergab bei einem Zerreissgewichte von 1·252 Kilogramm, ein Festigkeitsmodul von 17·53 Kilogramm und ein Tragmodul von 14·45 Kilogramm, bei einer Elasticitätsgrenze von 1·040 Kilogramm.

2. Versuch.

Mit einem Streifen desselben Blattes zeigte sich bei einer Querschnittsfläche des Bastes von 0·071 Quadratmillimetern und einem Zerreissgewichte von 1·268 Kilogramm, ein Festigkeitsmodul von 17·86 Kilogramm und ein Tragmodul von 14·47 Kilogramm bei einer Elasticitätsgrenze von 1·012 Kilogramm.

Das Mittel aus diesen Versuchen genommen, gibt demnach auch für das trockene epidermislose Blatt von *Tulipa praecox* kleinere Werthe für die Festigkeit, und zwar ein Festigkeitsmodul von 17·695 Kilogramm und ein Tragmodul von 14·46 Kilogramm.

Diese Versuche zeigen nun ganz deutlich, dass die Festigkeit des Blattes ohne Epidermis kleiner ausfällt, als wenn beide Oberhäute vorhanden sind; es geht also daraus hervor, dass die Epidermis bei der Bestimmung der Festigkeit des ganzen Blattes ebenfalls in Rechnung zu ziehen, und in diesen Fällen auch dem mechanischen Systeme des Blattes zuzurechnen ist.

Bezeichnet P das Zerreissgewicht, bezogen auf den ganzen Querschnitt des Blattes respective auf den Querschnitt des Bastes und der beiden Oberhäute, so ist der Festigkeitsmodul $F = \frac{P}{Q}$, worin Q aber $= q_b + q_o + q_u$ ist, wenn q_b den Querschnitt des Bastes q_o die Querschnittsfläche der Epidermiszellen der Oberseite und q_u die der Unterseite des Blattes bezeichnen. Der unter der Rubrik „Blatt"[1] angegebene Festigkeitsmodul F ist aber nach dem Vorhergesagten nicht der wahre Modulus der Festigkeit, denn er wurde nicht nach dem ganzen Querschnitte Q des Blattes, sondern nur nach dem Querschnitte q_b des Bastes berechnet; ich bezeichne ihn desshalb in der Folge mit f_b. — Dieses $f_b = \frac{P}{q_b}$ kann aber nur dann gleich F werden, wenn der Nenner noch um $q_o + q^u$ vermehrt, der Bruch aber seinem Werthe nach verkleinert wird, d. h. es ist in den ersten Versuchen mit den Blättern von *Allium*, *Hyacinthus* und der *Tulpe* der Festigkeitsmodul zu gross berechnet worden, und es müssen zu dem Querschnitte des Bastes noch die der beiden Oberhäute hinzugerechnet werden, indem das Zerreissgewicht P in beiden Fällen dasselbe geblieben ist. Es berechnen sich desshalb die corrigirten Werthe in folgender Weise:

---

[1] Vergleiche Tabelle III (pag. 57).

I. Für das Blatt von ***Hyacinthus orientalis*** bei dem Wassergehalte von 90%

		Quadratmillimeter
Die Fläche des Querschnittes des Bastes betrug		$q_b = 0·09$
„ „ „ „	der oberen Epidermiszellen	$q_o = 0·6$
„ „ „ „	„ unteren „	$q_u = 0·415$
desshalb beträgt der effectiv belastete Querschnitt		$Q = 1·105$

hieraus berechnet sich bei einem Zerreissgewichte $P = 1·5$ Kilogramm für das ganze Blatt ein Festigkeitsmodul von 1·3 Kilogramm und ein Tragmodul von 1·002 Kilogramm, welche Werthe allerdings kleiner sind, aber den wahren Werthen gewiss näher kommen.

II. Für das Blatt von ***Hyacinthus orientalis*** bei 25% Wasser

berechnet sich der corrigirte Querschnitt Q auf 0·494 Quadratmillimeter, indem $q_b = 0·113$ Quadratmillimeter, $q_o = 0·191$ Quadratmillimeter und $q_u = 0·19$ Quadratmillimeter betrug. Hieraus ergibt sich bei einem Zerreissgewichte von 2·21 Kilogramm ein Festigkeitsmodul von 4·4 Kilogramm und ein Tragmodul von 3·7 Kilogramm, bei einer Elasticitätsgrenze von 1·932 Quadratmillimeter.

III. Das Blatt von ***Allium Porrum*** bei 87% Wasser

zeigte einen belasteten Querschnitt Q von 0·133 Quadratmillimeter, wobei $q_b = 0·025$ Quadrat-Millimeter, $q_o = 0·037$ Quadratmillimeter und $q_u = 0·071$ Quadratmillimeter betrugen. Der Festigkeitsmodul ist desshalb 3·4 Kilogramm und der Tragmodul = 2·65 Kilogramm, wenn der Riemen bei einem Gewichte von 0·45 Kilogramm zerriss.

IV. Das Blatt ***Allium Porrum*** bei 25% Wasser.

Der effectiv belastete Querschnitt Q berechnete sich aus $q_b = 0·071$ Quadratmillimeter, $q_o = 0·076$ Quadratmillimeter und $q_u = 0·115$ Quadratmillimeter auf 0·293 Quadratmillimeter;

hieraus ergibt sich ein Festigkeitsmodul von 5·21 Kilogramm und ein Tragmodul von 4·24 Kilogramm, bei einem Zerreissgewichte von 1·542 Kilogramm und einer Elasticitätsgrenze von 1·23 Kilogramm.

V. Blatt von *Allium cepa* bei 85% Wasser.

Ein Riemen aus der Mitte des Blattes von 108 Millimeter Länge riss bei einem Gewichte von 1·396 Kilogramm entzwei. Die Querschnittsfläche desselben Q berechnete sich auf 0·4005 Quadratmillimeter, indem die Fläche des Bastes $q_b = 0·0815$ Quadratmillimeter, der der oberen Epidermiszellen $q_o =$ 0·1[illegible]2 Quadratmillimeter und die der unteren $q_u = 0·167$ Quadratmillimeter.

Es ergibt sich demnach ein Festigkeitsmodul von 3·47 Kilogramm und ein Tragmodul von 2·5 Kilogramm.

VI. Blatt von *Allium cepa* Wassergehalt = 27%.

Das Zerreissgewicht für einen Riemen aus der Mitte des Blattes und von 97 Millimeter Länge betrug 1·612 Kilogramm. Die belastete Querschnittsfläche $Q = 0·251$ Quadratmillimeter, die Fläche des Bastes $q_b = 0·075$ Quadratmillimeter, $q_o = 0·034$ Quadratmillimeter und $q_u = 0·142$ Quadratmillimeter. Es berechnet sich desshalb ein Festigkeitsmodul von 6·42 Kilogramm und ein Tragmodul von 4·08 Kilogramm.

VII. Blatt von *Tulipa praecox* bei 85% Wasser.

Ein Riemen aus der Mitte des Blattes von 110 Millimeter Länge zerriss bei 1·433 Kilogramm entzwei. Der Querschnitt zeigte eine Fläche für den Bast von 0·089 Quadratmillimeter, für die oberen Epidermiszellen $q_o = 0·154$ Quadratmillimeter und für die unteren $q_u = 0·036$ Quadratmillimeter. Der Festigkeitsmodul beträgt somit 5·13 Kilogramm und der Tragmodul = 3·6 Kilogramm.

VII. Blatt von *Tulipa praecox* bei 26% Wasser.

Das Zerreissgewicht für einen Riemen aus der Mitte des Blattes betrug 1·56 Kilogramm. Der Querschnitt des Bastes

$q_b = 0{\cdot}078$ Quadratmillimeter, $q_o = 0{\cdot}75$ Quadratmillimeter und $q_u = 0{\cdot}063$ Quadratmillimeter, desshalb der eigentliche belastete Querschnitt sich auf 0·216 Quadratmillimeter berechnet. Es ergibt sich somit ein Festigkeitsmodul von 7·2 Kilogramm und ein Tragmodul = 5·66 Kilogramm, bei einer Elasticitätsgrenze von 1·225 Kilogramm.

Da nun nach der Lehre von der absoluten Festigkeit der Festigkeits-, beziehungsweise der Tragmodul einer Verbindung von mehreren materiell verschiedenen Stäben gleich ist dem Mittel aus der Summe der Moduli der einzelnen Stäbe, so wird in unserem gegebenen Falle der Festigkeitsmodul der Verbindung von drei in der Festigkeit verschiedenen Geweben (obere Epidermis, Bast untere Epidermis), wenn diese in der Längsrichtung gespannt werden, gleich sein müssen dem Mittel aus der Summe der Festigkeitsmasse der einzelnen Gewebe.

Es ist also $F = \frac{1}{3}\,(f_b + f_o + f_u)$ wenn f_b den Festigkeitsmodul des Bastes, f_o den der oberen Epidermis und f_u den der unteren Epidermis vorstellen. Nachdem hier drei Grössen bekannt sind, so lässt sich f_b aus dieser Gleichung bestimmen $f_b = 3\,F - (f_o + f_u)$. Interessant ist jedoch die Thatsache, dass die durch Rechnung gefundenen Werthe für f_b mit den durch das Experiment erhaltenen übereinstimmen, und zwar gilt dies für den Festigkeits- wie für den Tragmodul des Bastes von dem Blatte von *Allium Porrum* und *Tulipa praecox.*

Für ***Allium Porrum*** bei 87% Wasser

berechnet sich also das f_b auf folgende Weise:

Nach dem Versuche III, (pag. 62) ist $F = 3{\cdot}4$ Kilogramm,
„ Tabelle II, (pag. 49) ist $f_o = 1{\cdot}4625$ „
„ „ „ „ „ ist $f_u = 1{\cdot}78$ „

daher ist $f_b = 10{\cdot}2 - 3{\cdot}2425 = 6{\cdot}9575$ Kilogramm, auf dieselbe Weise der Tragmodul t_b des Bastes bestimmt, ergibt sich $t_b = 3\,T - (t_o + t_u)$, nach Substitution der gefundenen Werthe erhält man $t_b = 6{\cdot}05$ Kilogramm.

Vergleicht man nun diese durch Rechnung gefundenen Resultate mit denjenigen, welche in dem Versuche I, 1 (pag. 58), experimentell bestimmt wurden, so zeigt sich bis auf einige Deci-

malstellen eine vollständige Gleichheit, welche für die Richtigkeit der Bestimmung zu sprechen scheint.

Für das Blatt von ***Tulipa praecox*** bei 85% Wasser

berechnet sich der Festigkeitsmodul des Bastes in derselben Weise. Nach Versuch VII (pag. 63), ist $F = 5{\cdot}13$ Kilogramm und $T = 3{\cdot}6$ Kilogramm; aus der Tabelle II (pag. 49) ist $f_o = 0{\cdot}845$ Kilogramm, $f_u = 1{\cdot}123$ Kilogramm; und $t_o = 0{\cdot}2103$ Kilogramm, $t_u = 0{\cdot}5$ Kilogramm. Es ergibt sich desshalb für den Festigkeitsmodul des Bastes $f_b = 13{\cdot}422$ Kilogramm und für den Tragmodul des Bastes $t_b = 10{\cdot}09$ Kilogramm. Diese Resultate, wieder verglichen mit den durch das Experiment im Versuche (II, 2 pag. 60) erhaltenen zeigen abermals eine Übereinstimmung bis auf eine kleine Differenz, welche offenbar in Beobachtungsfehlern liegt.

Nachdem ich aber ausser diesen zwei Versuchen keine anderen mehr mit Blättern ohne Epidermis angestellt habe, so halte ich es für überflüssig, die Berechnung des Festigkeits- und Tragmoduls des Bastes der übrigen Blätter hier durchzuführen, sondern gebe bloss die durch Rechnung gefundenen Werthe, welche den zwei Versuchen zu Folge auch als richtig angesehen werden können, in der folgenden Tabelle, Seite 66, an.

Aus dieser Tabelle wird nun ersichtlich, dass die Werthe für den Festigkeits- und Tragmodul des Blattes, wenn nebst dem Bast auch noch die Querschnittsfläche der Epidermiszellen zum belasteten Querschnitt gerechnet werden, allerdings kleiner ausfallen als in dem Falle, wo nur der Bast allein in Rechnung gezogen warde, die beiden Oberhäute aber dennoch am Blatte vorhanden waren. Allein die gefundenen Resultate stehen, wie ich schon früher gezeigt habe, dem wahren Werthe gemäss näher, wie sich überdies aus den übereinstimmenden Resultaten des Festigkeitsmoduls des Bastes durch Rechnung mit den Werthen, die experimentell gefunden wurden, schon annehmen lässt. Diese Versuche aber führten mich auch zu der Vermuthung, ob nicht in denjenigen Fällen, wo die specifisch-mechanischen Zellen in ihrer Entwickelung mehr oder weniger zurückgeblieben, also eine nur geringe mechanische Leistung zu vollführen im Stande sind, dann auch die Zellen der

Zusammenstellung der nach Berücksichtigung des Querschnittes und des Festigkeitsmoduls der Epidermis corrigirten Werthe für den Festigkeits- und Tragmodul des Blattes und des Bastes.

Tabelle IV.

Name	Wassergehalt in Procenten	Blatt mit dem Querschnitt $q_b + q_o + q_u$		t_b	f_b
		T.	F.		
Hyacinthus orientalis	90	1·002 Kilogramm	1·3 Kilogramm	2·503 Kilogramm	3·50 Kilogramm
" "	25	3·7 "	4·4 "	8·524 "	9·52 "
Allium Porrum	82	2·65 "	3·4 "	5·34 "	6·723 "
" "	25	4·24 "	5·21 .	10·3 "	11·5 "
Allium cepa	85	2·5 "	3·47 "	5·44 "	8·17 "
" "	27	4·08 "	6·42 "	10·44 "	15·7 "
Tulipa praecox	85	3·6 "	5·13 "	10·01 "	13·42 "
" "	26	5·66 "	7·2 "	14·48 "	17·84 "

Epidermis gewissermassen einen Theil der Function der ersteren übernehmen und somit auch dem mechanischen Systeme der Pflanze unter Umständen zugezählt werden müssen.

Durch die in diesem Abschnitte vorgeführten Versuche dürfte diese Vermuthung gewiss gestützt werden.

III. Capitel.

Versuche über die Frage, ob die Unterschiede in der Festigkeit und Elasticität lebender und todter (trockener) Gewebe nur durch den verschiedenen Wassergehalt oder auch durch eine verschiedene in der Organisation der lebenden Pflanzentheile liegenden Molecularstructur der mechanischen Zellen hervorgerufen werden.

Nachdem ich in den vorhergegangenen Abschnitten gezeigt habe, dass trockene vegetabilische Gewebe eine grössere Festigkeit besitzen als frische noch lebende, aber eine geringere Elasticität erkennen lassen, so drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ob dieser Unterschied, der unter Umständen ein sehr bedeutender sein kann, nur durch den jeweiligen Wassergehalt hervorgerufen werde, oder ob nicht vielleicht durch eine verschiedene moleculare Structur der mechanischen Zellen im todten Zustande diese Differenz in der Festigkeit der lebenden und todten Gewebe bedingt werde.

So interessant und beziehungsreich diese Frage ist, so sind bisher noch keine Versuche darüber angestellt worden. Schwendener[1] deutet nur auf eine Verschiedenheit in der Cohäsion zwischen dem todten und lebenden Bast hin, ohne jedoch auf diesen Gegenstand näher einzugehen und denselben zu verfolgen.

In diesem Abschnitte habe ich es unternommen, einige Versuche mitzutheilen, welche ich über diese erwähnte Frage aus-

---

[1] l. c. pag. 14.

geführt habe, nebst einigen damit im Zusammenhange stehenden Bemerkungen über die genauere Beziehung des Wassergehaltes zur Festigkeit gewisser Organe.

Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt.

Es wurde eine grössere Anzahl von gleich breiten und gleich langen Riemen aus der Mitte eines Blattes geschnitten und 4—5 sogleich zum Versuche verwendet. Mit den übrigen wurde die Wassergehalt-Bestimmung gemacht.

Nachdem nun durch Austrocknen an der Luft der Wassergehalt bis auf 15%, beziehungsweise 25% erniedrigt wurde, machte ich mit einigen Riemen neuerdings Bestimmungen, gab die Fragmente der Riemen wieder zu den übrigen hinzu und legte hierauf alle Blattstreifen in reines Wasser, worin sie so lange verblieben, bis das ursprüngliche Gewicht und somit auch der ursprüngliche Wassergehalt wieder hergestellt war.

Dann machte ich neuerdings Festigkeits- und Elasticitätsversuche mit dem Riemen und konnte demnach beurtheilen, ob nach erfolgter Wasseraufnahme des todten Riemens die Festigkeit und Elasticität dieselben Werthe lieferte wie am frischen noch lebenden Pflanzentheile oder nicht.

Zu den Versuchen wählte ich nur jene Blätter, welche ich schon im frischen, noch lebenden und im todten Zustande auf ihre Festigkeit geprüft hatte. Es sind demnach im Folgenden nur diejenigen Versuche mitgetheilt, welche ich mit den neuerdings auf den ursprünglichen Wassergehalt reducirten Blattriemen angestellt habe, weil die Versuche mit dem lebenden und todten Blatte schon im ersten Capitel angeführt sind; ich verweise desshalb nur auf dieselben.

I. Blatt von *Dracaena indivisa* Forst.

1. Versuch.

Mit einem Riemen aus der Mitte des Blattes, der nach Austrocknung bis auf 15% wieder auf 40% Wassergehalt gebracht wurde.

Länge des Riemens = 253 Millimeter.

Bei									
Bei	1	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	1·5	Mm.
„	4	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	6	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	8	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	10	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	12	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„	12·5	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„	12·543	„	riss der Streifen entzwei.						

Totalbelastung = 12·543 Kilogr. Verlängerung = 4 Mm.

Der Querschnitt der specifisch-mechanischen Zellen betrug 0·542 Quadratmillimeter, woraus sich folgende Werthe berechnen. Ein Festigkeitsmodul von 23·12 Kilogramm, und bei einer Elasticitätsgrenze von 10·33 Kilogramm, ein Tragmodul von 18·95 Kilogramm, der Elasticitätsmodul berechnet sich auf 1450 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 15·7 auf 1000.

2. Versuch.

Ein Blattriemen von derselben Länge und der auf dieselbe Weise behandelt wurde, zeigte einen Querschnitt der mechanischen Zellen von 0·471 Quadratmillimeter und zerriss bei einem Gewichte von 10·913 Kilogramm; daher beträgt der Festigkeitsmodul 23·22 Kilogramm, der Tragmodul = 18·75 Kilogramm. bei der Elasticitätsgrenze von 8·789 Kilogramm, der Elasticitätsmodul aber 144·95 Kilogramm - Millimeter bei einer Verlängerung von 15·65 auf 1000. Der

3. Versuch

ergab für einen Riemen derselben Länge und desselben Blattes bei einem Querschnitt des Bastes von 0·61 Quadratmillimeter und einem Zerreissgewichte von 14·1215 Kilogramm, ein Festigkeitsmodul von 23·15 Kilogramm, ein Tragmodul von 18·82 Kilo-

gramm bei einer Elasticitätsgrenze von 11·48, ferner einen Elasticitätsmodul von 1450·2 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 15·72 auf 1000.

Das arithmetische Mittel aus diesen 3 Versuchen genommen, ergibt desshalb für den nach Austrocknung wieder auf 40% Wasser erhöhten Riemen des Blattes von Dracaena ein Festigkeitsmodul von 23·163 Kilogramm, ein Tragmodul = 18·173 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 1449·9 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 15·69 auf 1000.

II. Blatt von *Dasylirion longifolium.*

Riemen aus der Mitte des Blattes nach Austrocknung bis auf 10% wieder auf 45% Wasser erhöht.

1. Versuch.

Länge des Riemens = 315 Millimeter.

Bei 1	Kilogr.	Belastung	erfolgte	eine	Verlängerung	von	1·—	Mm.
„ 3	„	„	„	„	„	„	1·—	„
„ 5	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„ 7	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„ 9	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„ 10	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„ 11	„	„	„	„	„	„	0·5	„
„ 11·07	„	„	„	„	„	„	0·—	„
„ 11·0764	„	zerriss der Riemen.						

Totalbelastung = 11·0764 Kilogr. Verlängerung = 4·5 Mm.

Die Querschnittsfläche des Bastes betrug in wahrer Grösse 0·496 Quadratmillimeter. Es berechnet sich daher ein Festigkeitsmodul von 22·32 Kilogramm, ein Tragmodul 19·57 Kilogramm bei einer Elasticitätsgrenze von 10·17 Kilogramm, ferner ein Elasticitätsmodul von 198·55 Kilogramm-Millimeter bei einer Verlängerung von 11·11 auf 1000.

2. Versuch.

Mit einem Riemen derselben Länge und bei demselben Wassergehalte zeigten sich folgende Resultate: Ein Festigkeitsmodul von 22·3 Kilogramm, ein Tragmodul von 19·56 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 1985 Kilogramm und eine Verlängerung von 11·1 auf 1000.

3. Versuch.

Ein Blattriemen von derselben Länge ergab ein Festigkeitsmodul von 22·32 Kilogramm, ein Tragmodul 19·58 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 1985·2 und eine Verlängerung von 11·13 auf 1000.

Das Mittel aus diesen Bestimmungen ergibt demnach für den nach Austrocknung wieder auf 45% Wasser reducirten Blattriemen von *Dasylirion longifolium* ein Festigkeitsmodul von 22·313 Kilogramm, ein Tragmodul von 19·59 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 1985·23 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 11·13 auf 1000.

III. Blatt von ***Phormium tenax.***

Nach Austrocknen bis auf 13% wieder auf 45% Wasser erhöht.

1. Versuch.

Länge des Riemens = 240 Millimeter.

Bei 1	Kilogr.	Belastung erfolgte eine Verlängerung von	0·5 Mm.
„ 3	„	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 5	„	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 7	„	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 9	„	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 11	„	„ „ „ „ „	0·5 „
„ 11·5	„	„ „ „ „ „	0·— „
„ 11·716	„	riss der Riemen entzwei.	
Totalbelastung = 11·716 Kilogr.		Verlängerung =	3 Mm.

Die Querschnittsfläche der mechanischen Zellen berechnete sich auf 0·451 Quadratmillimeter. Daher beträgt der Festigkeitsmodul 25·98 Kilogramm, der Tragmodul 21·78 Kilogramm bei einer Elasticitätsgrenze von 8·46978 Kilogramm, ferner der Elasticitätsmodul 1943·5 und die Verlängerung auf 1000, 12·5.

2. Versuch.

Ein Blattriemen von derselben Länge und demselben Wassergehalte lieferte folgende Resultate: Ein Festigkeitsmodul 25·72 Kilogramm, ein Tragmodul = 21·68 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul = 1943·71 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 12·8 auf 1000. Der

3. Versuch,

welcher ebenfalls mit einem Blattriemen derselben Länge und bei demselben Wassergehalte angestellt wurde, zeigte folgende Resultate: Ein Festigkeitsmodul von 25·87 Kilogramm, ein Tragmodul von 21·73 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 1943·5 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 12·13 auf 1000.

Es ergibt sich demnach aus dem Mittel dieser Bestimmungen für den nach Austrocknung wieder auf 40⁰/₀ Wasser gebrachten Blattriemen von *Phormium tenax* ein Festigkeitsmodul von 25·856 Kilogramm, ein Tragmodul von 21·73 Kilogramm, ein Elasticitätsmodul von 1943·57 Kilogramm-Millimeter und eine Verlängerung von 12·47 auf 1000.

Um die Unterschiede zu ersehen, welche sich zwischen den hier gefundenen Resultaten und denjenigen, die am frischen und todten Blatte beobachtet wurden, in der Festigkeit und Elasticität ergeben haben, ist die folgende Tabelle zusammengestellt worden (s. S. 73).

Diese Versuche zeigen nun ganz deutlich, dass der einmal ausgetrocknete Blattriemen durch Wasseraufnahme nicht mehr seine ursprüngliche Elasticität und Festigkeit erhält, sondern dass er vielmehr eine grössere Festigkeit und Tragkraft, aber eine geringere Elasticität erkennen lässt. Diese Thatsachen ergeben demnach, dass die Unterschiede in der Festigkeit und Elasticität lebender und todter Gewebe nicht allein durch den verschiedenen Wassergehalt, sondern auch durch verschiedene dem lebenden Gewebe eigenthümliche Structurverhältnisse hervorgerufen werde, welche es eben bewirken, dass bei

Tabelle V.

Name	Festigkeits- und Elasticitätsmasze	Bei 40% Wasser	Bei 15% Wasser	Nach Austrocknung wieder auf 40% Wasser gebracht
Blatt von *Dracaena indivisa*	T.	17 Kilogr.	20 Kilogr.	18·173 Kilogr.
	F.	21·83 "	25·5 "	23·163 "
	E.	1213 Kilogr.-Mill.	1677·6 Kilogr.-Mill.	1449·9 Kilogr.-Mill.
	V_{1000} [1]	17 —	12 —	15·69 —
		Bei 45% Wasser	Bei 11% Wasser	Nach Austrocknung wieder auf 45% Wasser gebracht
Blatt von *Dasylirion longifolium*	T.	17·82 Kilogr.	23·16 Kilogr.	19·57 Kilogr.
	F.	21·6 "	26·73 "	22·313 "
	E.	1710 Kilogr.-Mill.	2436 Kilogr.-Mill.	1985·23 Kilogr.-Mill.
	V_{1000}	13·3 —	10·4 —	11·13 —
		Bei 45% Wasser	Bei 13% Wasser	Nach Austrocknung wieder auf 45% Wasser gebracht
Blatt von *Phormium tenax*	T.	20·33 Kilogr.	21 Kilogr.	21·73 Kilogr.
	F.	25·41 "	27 "	25·85 "
	E.	1563 Kilogr.-Mill.	2123 Kilogr.-Mill.	1943·57 Kilogr.-Mill.
	V_{1000}	13 —	11·3 —	612·13 —

[1] Bezeichnet die Verlängerung auf 1000.

gleichem Wassergehalte die Festigkeit und Elasticität des todten Gewebes verschieden sind von der Festigkeit und Elasticität des frischen noch lebenden Gewebes.

Bei den Versuchen mit dem Blatte und mit der Epidermis von *Allium Porrum*, *Allium cepa* und *Tulipa praecox* machte ich die Beobachtung, dass nur bis zu einer gewissen Grenze die Festigkeit mit dem abnehmenden Wassergehalte zunimmt, dass sie vielmehr von da ab im beinahe ganz trockenen Zustande wieder kleiner wird.

Diese Beobachtung veranlasste mich, einige neue Versuche in der Richtung anzustellen, um zu erfahren, welche engere Beziehung zwischen dem Wassergehalte der Zellmembran und der Festigkeit des Gewebes besteht.

In den Versuchen IX—XII (pag. 19—23) mit den Blättern von *Allium Porrum*, *Allium cepa* und *Tulipa praecox* ergab sich bei dem grösseren Wassergehalte eine geringere, bei dem kleineren Wassergehalte aber eine grössere Festigkeit. Die Versuche, welche ich aber mit fast wasserlosen Blättern anstellte, zeigten ebenfalls auch kleinere Werthe für die Festigkeit.

I. Blatt von *Allium Porrum* bei einem Wassergehalt von 8%.

1. Versuch.

Der Versuch wurde mit einem Streifen von 120 Millimeter Länge vorgenommen, welcher bei einem Gewichte von 0·175 Kilogramm zerriss. Die Querschnittsfläche des Bastes betrug 0·028 Quadrat-Millimeter, woraus sich ein Festigkeitsmodul von 6·33 Kilogramm, ein Tragmodul von 4·78 Kilogramm bei einer Elasticitätsgrenze von 0·12584 Kilogramm berechnen.

2. Versuch.

Ein Streifen von derselben Länge und von demselben Wassergehalte ergab folgende Resultate: Ein Festigkeitsmodul von 6·2 Kilogramm und ein Tragmodul von 4·58 Kilogramm.

3. Versuch

mit einem Blattriemen von demselben Wassergehalte und derselben Länge zeigte ein Festigkeitsmodul von 6·3 Kilogramm und ein Tragmodul von 4·62 Kilogramm.

Das Mittel ergibt demnach für das Blatt von *Allium Porrum* bei 8% Wasser ein Festigkeitsmodul von 6·273 Kilogramm und ein Tragmodul von 4·66 Kilogramm.

II. Blatt von ***Allium cepa*** bei 10% Wasser.

1. Versuch.

Ein Riemen von 95·5 Millimeter Länge und einer Querschnittsfläche des Bastes von 0·073 Quadrat-Millimeter ergab ein Festigkeitsmodul von 7·3 Kilogramm bei einem Zerreissgewichte von 0·556 Kilogramm und ein Tragmodul von 5·76 Kilogramm bei einer Elasticitätsgrenze von 0·42048 Kilogramm.

2. Versuch

mit einem Blattriemen von derselben Länge und demselben Wassergehalte zeigte ein Festigkeitsmodul von 7·62 Kilogramm und ein Tragmodul von 5·81 Kilogramm. Der

3. Versuch,

welcher ebenfalls mit einem gleich langen Riemen angestellt wurde, ergab folgende Werthe: Ein Festigkeitsmodul von 7·32 Kilogramm und ein Tragmodul von 5·63 Kilogramm.

Das Mittel aus diesen Bestimmungen zeigt demnach für das Blatt von *Allium cepa* bei einem Wassergehalt von nur 10%, ein Festigkeitsmodul von 7·431 Kilogramm und ein Tragmodul von 5·73 Kilogramm.

III. Blatt von ***Tulipa praecox*** bei 7% Wasser.

1. Versuch.

Für einen Riemen aus der Mitte des Blattes von 112 Millimeter Länge und einer Querschnittsfläche des Bastes von 0·64

Quadratmillimeter, ein Festigkeitsmodul von 5·782 Kilogramm und ein Tragmodul von 3·684 Kilogramm.

2. Versuch

mit einem Riemen von derselben Länge und von demselben Wassergehalte ergab ein Festigkeitsmodul von 5·65 Kilogramm und ein Tragmodul von 3·72 Kilogramm. Der

3. Versuch

endlich zeigte folgende Resultate: Ein Festigkeitsmodul von 5·76 Kilogramm und ein Tragmodul von 3·69.

Desshalb berechnet sich aus dem Mittel dieser Versuche für das Blatt von ***Tulipa praecox*** bei $7^{0}/_{0}$ Wasser ein Festigkeitsmodul von 5·73 Kilogramm und ein Tragmodul von nur 3·698 Kilogramm.

Obgleich bei diesen Bestimmungen auf den Antheil der Epidermis an der Festigkeit nicht Rücksicht genommen wurde, so sind diese Resultate doch vergleichbar mit denjenigen, welche an den Blättern auch nur mit Berücksichtigung der Querschnittsfläche des Bastes gefunden wurden.

Die Versuche zeigen also ganz deutlich, dass bei den untersuchten Blättern im beinahe völlig wasserlosen Zustande die Festigkeit bedeutend kleiner sich herausstellte als dann, wenn das Blatt eine grössere Menge von Wasser enthält.

Diesen Resultaten zufolge muss man annehmen, dass das Maximum der absoluten Festigkeit nicht mit dem Minimum des Wassergehaltes des betreffenden Organes zusammenfällt, sondern dass wahrscheinlicher Weise die Festigkeit nur bis zu einer gewissen Grenze, welche jedoch in diesen Versuchen nicht ermittelt wurde, mit dem abnehmenden Wassergehalte wächst, dass aber im gänzlich ausgetrockneten Zustande die molecularen Structurverhältnisse andere werden, die Cohäsion und somit auch die Festigkeit geringer sich herausstellen.

Die Hauptresultate der in dieser Abhandlung mitgetheilten Untersuchungen lauten:

1. Die absolute Festigkeit vegetabilischer Organe (Blätter) und ihrer mechanischen Zellen ist im frischen noch lebenden Zustande geringer als im todten (trockenen), während für die Elasticität dieser Organe und Zellen das Umgekehrte gilt. In gewissen Fällen sind auch die Elemente der Oberhaut zu den mechanischen Zellen zu rechnen.

2. Es hat sich herausgestellt, dass die Elasticität und Festigkeit eines und desselben Gewebes (Oberhaut) an verschiedenen Stellen eines Organes verschiedene sein können. So wurde gezeigt, dass die Oberhaut der Zugseite der untersuchten Blätter elastischer ist als die der Druckseite und dass an der Schattenseite der Stengel sich eine grössere Elasticität als an der Lichtseite kund gibt. Diese Thatsachen wurden zur Erklärung des positiven Heliotropismus herangezogen.

3. Der Unterschied in der Festigkeit und Elasticität lebender und todter (trockener) vegetabilischer Gewebe und Organe liegt nicht allein im verschiedenen Wassergehalte, sondern auch in der verschiedenen Molecularstructur der mechanischen Zellen.

4. Die Festigkeit nimmt allerdings mit der Abnahme des Wassergehaltes des betreffenden Organes zu, jedoch nur bis zu einer bestimmten Grenze, von welcher aus die Festigkeit mit dem Wassergehalte abnimmt.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochgeehrten Lehrer, dem Herrn Professor Dr. Julius Wiesner für die thatkräftige Unterstützung und Anleitung bei der Durchführung dieser Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Über den Flysch und die Argille scagliose.

Von **Theodor Fuchs**,

Custos am k. k. Hof-Mineraliencabinet.

In meinen bisherigen Arbeiten über den Flysch und die *Argille scagliose* habe ich diese beiden Bildungen stets als eine zusammengehörige Einheit aufgefasst, indem ich die *Argille scagliose* einfach als einen untergeordneten Bestandtheil des Flysches betrachtete.

Fortgesetzte Studien, sowie namentlich die Erfahrungen, welche ich auf meiner diesjährigen Reise in Italien sammelte, nöthigen mich jedoch, diese Ansicht einigermassen zu modificiren.

Es ist zwar allerdings richtig, dass der Flysch und die *Argille scagliose* stets in inniger Verbindung mit einander auftreten und dass die grünen Schiefer des Flysches, sowie die splitterigen Mergellagen, welche regelmässig mit den Alberesebänken wechsellagern (schisti galestrini), eine derartige Ähnlichkeit einerseits mit den talkigen *Argille scagliose*, andererseits mit den *Marne fragmentarie* zeigen, dass an einer gleichartigen Entstehungsursache derselben nicht gezweifelt werden kann; doch lässt sich auch wieder nicht verkennen, dass andererseits in dem Auftreten dieser beiden Bildungen ein so tiefgreifender Unterschied besteht, dass man nicht umhin kann, dieselben als zwei verschiedenartige Bildungen aus einander zu halten, bei deren Entstehung bei aller innerer Gleichartigkeit doch verschiedene äussere Umstände im Spiel waren.

Ich kann die Eigenthümlichkeit des Verhältnises, in welchem diese beiden Bildungen zu einander stehen, nicht besser ausdrücken, als indem ich sage, die *Argille scagliose* verhalten sich zum Flysch genau so, wie nach v. Richthofen die Rhyolithe zum eigentlichen Trachyt.

Die eigentlichen Trachyte mit ihren Tuffen bilden bekanntlich Masseneruptionen, welche selbstständig gebirgsbildend auftreten und in ihrer ganzen Ausdehnung einen sehr einförmigen, gleichartigen Gesteinscharakter bewahren.

Die Rhyolithe hingegen treten niemals selbstständig auf-sondern finden sich hie und da an den Seiten und Abhängen des Trachytgebirges wie „Schmarotzer“ aufgesetzt; sie machen den Eindruck, als ob sie aus der Zerreibung, Auflösung und Umformung von prae-existirendem Trachyt hervorgegangen wären und zeigen in ihrem ganzen Verhalten eine sehr grosse Annäherung an die jetzigen vulkanischen Eruptionen.

Genau dasselbe lässt sich auch von unseren vorgenannten Bildungen sagen.

Der Flysch ist, meiner Auffassung nach, ähnlich wie der Trachyt mit seinen Tuffen aus Masseneruptionen hervorgegangen, und setzt selbständig ausgedehnte Gebirgssysteme zusammen.

Die *Argille scagliose* treten mehr local, gleichsam schmarotzend auf den Flyschbildungen auf, sie machen den Eindruck, als ob sie aus der Zertrümmerung, Auflösung und Umformung des Flysches hervorgegangen wären und zeigen in ihrem gesammten Verhalten die grösste Ähnlichkeit mit den noch jetzt thätigen Schlammvulkanen (Salsen.)

Es ist mir von verschiedenen Seiten das Bedenken ausgesprochen worden, dass der Flysch doch unmöglich durch Eruption entstanden sein könne, nachdem er eine regelmässige Gliederung in weithin verfolgbare Schichtsysteme zeige.

Ich kann diesem Einwurfe nur mit dem Hinweise antworten, dass die krystallinischen Schiefer der Alpen doch auch eine genau solche Gliederung in bestimmte weithin verfolgbare Schichtengruppen erkennen lassen, während nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse, namentlich nach den Arbeiten Staches und Johns über die Massengesteine des Ortlergebietes[1] und Reyers über die Physik der Eruptionen und Eruptivgesteine[2] doch kaum mehr ein Zweifel darüber herrschen kann, dass die krystallinischen Massengesteine der Alpen sammt ihrer Schieferhülle durch eruptive Vorgänge gebildet wurden.

Es kann überhaupt nicht nachdrücklich genug auf die ausserordentliche Ähnlichkeit hingewiesen werden, welche die Flyschformation mit den älteren Schiefersystemen der alpinen Gebirgsketten zeigt.

[1] Jahrbuch Geolog. Reichsanstalt, 1877, pag. 143.

[2] Wien bei A. Hölder, 1877.

Die Flyschformation Corsika's, Elbas und der Alpes maritimes bei Genua mit ihren grünen Schiefern, Serpentinen und Gabbros, mit ihren Porphyren und Talkwacken (Verrucano) gleichen vollständig den sogenannten palaeozoischen Schiefern der Alpen, und in der Schweiz wurden in früheren Zeiten thatsächlich die alten Bündtnerschiefer fortwährend mit dem eocaenen Flysch verwechselt und ebenfalls als Flysch bezeichnet.

Wenn wir nun aber gar die Schilderungen Neumayr's, Bittner's, Burgerstein's und Teller's über den Athos, Olymp und Pentelikon hören, wo nicht nur grüne Schiefer, Serpentin und Gabbro, sondern auch wirkliche Glimmerschiefer in Wechsellagerung mit krystallinischem Marmor auftreten, so würde nach den bisher herrschenden Anschauungen wohl Niemand daran zweifeln, dass man hier Urgebirge vor sich habe, trotzdem haben sich die obgenannten Geologen, trotz ihrer ursprünglich entgegengesetzten Anschauung an Ort und Stelle vollkommen überzeugt, dass dieses scheinbare Urgebirge cretacischen Alters sei, und sehr häufig in inniger Verbindung mit Flyschbildungen auftrete.

Es werden durch diese Untersuchungen, welche hoffentlich bald in ausführlicherer Darstellung das Licht der Öffentlichkeit erblicken werden, in glänzender Weise die Angaben Boblaye's und Virlet's bestätigt, welche bereits im Jahre 1833 in ihrer geologischen Beschreibung von Morea darauf hinwiesen, wie hier in gewissen Gebirgsbildungen in wunderbarer Weise Eruptivgesteine, Sedimentbildungen und sogenannte metamorphische Gesteine zu einem untrennbaren Schichtencomplexe verbunden seien.

Die genannten Autoren bezeichneten diese für sie ganz räthselhafte Gebirgsbildung mit dem Namen „Group calcareo-talqueuse“ und unterschieden zwei derartige Formationen, von denen sie die eine der Übergangsperiode, die andere der Kreideperiode zuwiesen.

Es erinnert dies sehr an die Verhältnisse in der Schweiz, wo man gewissermassen auch zwei Flyschformationen hat, eine ältere, wahrscheinlich paleozoische (Bündtnerschiefer), und eine jüngere, eocäne (eigentlicher Flysch).

Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit anhangsweise, auf ein Vorkommen aufmerksam zu machen, welches bisher von

den Geologen als eine vollkommen abnorme und ganz räthselhafte Erscheinung aufgefasst wurde, das aber eine solche ausserordentliche Ähnlichkeit mit den *Argille scagliose* zeigt, dass ich meinerseits an einer Identität dieser Bildungen nicht zu zweifeln vermag, ich meine die vielbesprochenen, und doch so wenig berücksichtigten „Gangthonschiefer“ des Harzes.

Diese Gangthonschiefer sind thonig schieferige Massen, welche die Grauwackenbildungen des Harzes ganz nach Art eruptiver Gänge durchsetzen, und so wie diese verschiedene Erze so wie Brocken und Schollen des Nebengesteines führen.

Über die petrographische Beschaffenheit dieser Bildungen spricht sich Grodeck (Über die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes, Zeitschrift Deutsch. Geol. Gesellschaft, XVIII. 1866, pag. 693) folgendermassen aus:

„Zum grössten Theile besteht das Ganggestein aus einem milden. fettig anzufühlenden, meistens glänzend schwarzen, manchmal jedoch auch hellen, gelblichen, grünlichen oder röthlichen Schiefer, der äusserst fein und verworren geschiefert ist und unendlich viele Reibungs- und Quetschungsflächen zeigt. Dieser im Einzelnen sehr verworren, im grossen Ganzen aber den Saalbändern der Gänge parallel gelagerte Schiefer ist sehr oft in linsenförmigen Massen abgesondert, welche wie aneinander abgerutscht erscheinen. Zerbricht man eine grössere Linse der Art, so zerfällt sie in lauter kleine, linsenförmige Stücke, welche aus sehr feinen, vielfach gekrümmten, leicht trennbaren, glänzenden Blättchen bestehen.“

„Diesen eigenthümlichen, schieferigen Massen, die sich so wesentlich vom Nebengesteine unterscheiden, haben die Harzer Bergleute den Namen „Gangthonschiefer“ gegeben.“

„Der am häufigsten in allen Gangzügen massenhaft vorkommende Gangthonschiefer ist glänzend schwarz, mit hellgrauem Strich. Wenn man ein Stück dieses schwarzen Gangthonschiefers in einer Glasröhre stark erhitzt, so entwickelt sich ein eigenthümlicher, brenzlicher, bituminöser Geruch. Über einer Spirituslampe unter Luftzutritt erhitzt, verliert er seine schwarze Farbe, sowie seinen Glanz und nimmt eine matte, hellgraue Farbe an.

Vergleicht man mit dieser Darstellung die Beschreibung, welche Bianconi, Stoppani und Mantovani über die *Argille scagliose* geben, so ist die Übereinstimmung eine so ausserordentliche, dass sie gar nicht verkannt werden kann.

Alle diese Autoren heben nämlich bei der *Argille scagliose* die eigenthümlich talkig-fettige Beschaffenheit, die Absonderung in grössere und kleinere Linsen, das schliessliche Zerfallen in dünne, wellig gebogene, glänzende Blättchen, die verworrene unregelmässige Schieferung und das Vorhandensein zahlloser Rutschflächen hervor. Erwägt man nun ferner noch, dass die *Argille scagliose* ebenso wie die Gangthonschiefer mit fremden Blöcken und Schollen beladen sind, dass sie fast und immer Schauplätze von Erzbildung sind [1] und häufig von bituminösen Substanzen durchdrungen erscheinen, so sieht man wohl, dass die Übereinstimmung thatsächlich eine vollständige ist. Es ist genau dasselbe Material, welches wir im Harze in Gängen, in den Appenninen aber zu Tage getreten, gebirgsbildend auftreten sehen.

Herr Tietze hat gelegentlich der Beschreibung eines Glammganges von Maidanpek in Serbien (Verhandl. Geolog. Reichsanst. IV, 1870, 321) sich gegen die von Pošepny vertretene Anschauung von der eruptiven Natur dieser Bildungen ausgesprochen und dieselben vielmehr mit den Gangthonschiefern des Harzes verglichen.

Ich kann mich diesem Vergleiche nur unbedingt anschliessen, muss aus demselben aber allerdings genau den entgegengesetzten Schluss ziehen, da mir aus der vollkommenen Übereinstimmung der Gangthonschiefer mit den *Argille scagliose* vielmehr zu folgen scheint, dass auch diese Vorkommnisse Eruptivbildungen, d. h. wahre Typhone im Sinne Pošepny's seien.

Die eruptive Natur der Harzer Gangthonschiefer wurde übrigens bereits von Hausmann und Schmidt behauptet.

---

[1] Mantovani Intorno ad alcuni Ammoniti dell'Apennino dell' Emilia. Reggio dell'Emilia 1877. pag. 5 „Le argille scagliose, a mio vedere, non passono assolutamente considerarsi come roccie di sedimento; e cio, loripeto, per la quasi immancabile presenza in essi di filoni metalliferie dicchi di roccie eruttive.“

Über eruptive Sande.

Von **Theodor Fuchs,**
Custos am k. k. Hof-Mineraliencabinet.

Durch Herrn L. Fontannes in Lyon, welcher sich seit einiger Zeit mit sehr viel Eifer und Erfolg dem Studium der Tertiärbildungen im südöstlichen Frankreich zuwendet, wurde ich darauf aufmerksam gemacht, dass in den Gebieten des Departements de la Drôme, sowie an vielen anderen Punkten des Rhonethales an der Basis des Eocäns hie und da Sandbildungen auftreten, welche ihrem genannten Verhalten nach nur als Absätze aufsteigender Quellen aufgefasst werden können.

Gras hat dieselben bereits im Jahre 1835 in seiner Statistique minéralogique du Département de la Drôme, unter dem Titel: „premier terrain d'eau douce“ beschrieben und nach Schilderung des vollständig abnormen Auftretens dieses Terrains sich folgendermassen darüber ausgesprochen: „Il est impossible, lorsqu'on s'est livré à une observation attentive de ces faits, de ne pas emporter l'idée d'une révolution locale, qui aurait à la fois altéré le terrain secondaire environnant, et fait sortir du sein de la terre les matières sabloneuses qui composent les couches tertiaires.“

Derselbe Autor beschreibt ganz dieselben Sande wieder im Jahre 1862 in seiner „Description géologique du Département de Vaucluse“ als „sables quarzeux et argiles plastiques d'origine éruptive ou geysérienne.“

Diese eigenthümlichen Sandbildungen treten an einzelnen Punkten mitten im Kalkgebirge und zwar in den verschiedensten Niveaus bald unten im Thale, bald hoch im Gebirge auf, erreichen bisweilen eine Mächtigkeit von 100 Metern und haben stets einen streng localen Charakter.

Sie bestehen der Hauptsache nach aus reinem, farblosem oder auch ziegelrothem Quarzsande, dem hin und wieder blaugraue oder auch bunte Mergel untergeordnet sind. In den Mergeln findet sich häufig Gyps und Schwefelkies, in den Sanden hin-

gegen treten sehr allgemein opal-menilit- und feuersteinartige Bildungen, sowie überhaupt mannigfache Verkieselungen auf, wie sie sich als Absätze kieselhaltiger Quellen bilden. Bisweilen finden sich auch Kalkkrusten und Travertinartige Absätze.

Fossilien kommen in diesen Bildungen fast gar nicht vor.

Die Schichtung ist stets eine äusserst unregelmässige, und besteht meist aus einer Menge verschiedenartiger Schichten, welche nach allen Seiten hin rasch auskeilen. Bisweilen erscheint die ganze Masse auch ungeschichtet.

In der Umgebung dieser Bildungen zeigen sich die darunter liegenden Hippuritenkalke oft auffallend gestört und in einzelnen Fällen kann man sogar directe beobachten, wie diese räthselhaften Sande durch zerrütteten Hippuritenkalk in die Tiefe dringen.

Von den darüber folgenden, normalen Tertiärablagerungen bleiben diese Sande stets auf das schärfste getrennt.

Herr Fontannes schreibt mir, je öfter er Gelegenheit habe diese Sandbildungen zu untersuchen und je mehr er über dieselben nachdenke, um so mehr setze sich in ihm die Überzeugung fest, dass die von Gras gegebene Erklärung die richtige sei und dass wir in ihnen mithin wirklich die Absätze auf steigender Quellen vor uns hätten.

Das Ablagern von Sand durch aufsteigende Quellen scheint jedoch eine in der Natur keineswegs so selten vorkommende Erscheinung zu sein.

Lorenz[1] erwähnt, dass die mächtigen Quellen, welche an der dalmatinischen Küste am Meeresgrunde aus dem Hippuritenkalke hervorbrechen, eine Menge Sand mit sich führen, den sie im Laufe der Zeiten zu förmlichen kleinen Sandbergen aufhäufen.

Die Insel Sansego, welche eine Oberfläche von beinahe 4 Quadratkilometern besitzt, eine kleine Ortschaft trägt und ansehnlichen Weinbau treibt, besteht ihrer ganzen Masse nach ausschliesslich aus einer Anhäufung von ungeschichtetem, fossilienfreiem Quarzsande, welcher einer Basis aus Hippuritenkalk auf-

---

[1] Skizzen aus der Bodulei und den benachbarten Küsten. (Petermann's Geogr. Mittheil. V. 1859, 89.)

gesetzt ist und vollständig mit den Sandhügeln übereinstimmt, welche noch heutzutage in der Umgebung der Insel durch aufsteigende Quellen im Meere aufgeworfen werden.

Ganz ähnliche Sandanhäufungen kommen auch sonst sehr häufig auf den dalmatinischen Inseln mitten im Gebiete des Hippuritenkalkes vor, so auf Unie, auf Candiole maggiore, Candiole minore u. a.

Eine weitere, hieher gehörige Erscheinung ist das Vorkommen von fremdartigen Sandhaufen auf dem Dachsteinplateau, von welchem Prof. Suess in seiner bekannten Arbeit: „Über die Spuren eigenthümlicher Eruptionserscheinungen am Dachsteingebirge“ Mittheilung machte.[1]

Nach Prof. Suess kommen auf der Höhe des Dachsteinplateaus, welches bekanntlich seiner ganzen Mächtigkeit nach aus Alpenkalk besteht, an mehreren Punkten Anhäufungen von Quarzsand mit Glimmerschieferbrocken und Granaten vor, und können dieselben nach seiner Ansicht bloss durch aufsteigende Quellen aus der Tiefe emporgebracht worden sein.

Es ist wohl klar, dass derartige Vorgänge zu allen Zeiten thätig gewesen sein müssen und dass durch dieselben sehr viele bisher ganz räthselhafte Sandbildungen eine sehr einfache Erklärung finden würden.

Ich will hier für den Augenblick nicht in eine Kritik der zahlreichen Sandvorkommnisse eingehen, für welche Munier-Chalmas seit längerer Zeit einen derartigen Ursprung geltend macht, sondern möchte mich nur darauf beschränken, auf jene räthselhaften Vorkommnisse hinzuweisen, welche gewöhnlich als „krystallisirte Sande“ bezeichnet werden und deren Eigenthümlichkeit darin besteht, dass sie nicht aus abgerollten Quarzkörnern, sondern aus lauter scharfkantigen, ringsum ausgebildeten kleinen Quarzkrystallen bestehen.

Der Ursprung dieser Sande, welche in den verschiedensten Formationen angetroffen werden, ist bisher noch vollständig unaufgeklärt, da es absolut kein Gestein gibt, aus dessen Zerstörung dieselben hervorgegangen sein könnten, während ihre eruptive Natur auch in dem Umstande eine Unterstützung findet,

[1] Sitzber. Wiener Akad. XL. 1860. 428.

dass sie sich stets durch eine grosse Fossilienarmuth auszeichnen.

Es wäre der directe Nachweis von der eruptiven Natur dieser Krystallsande, namentlich desshalb von besonderer und principieller Bedeutung, als aus demselben hervorgehen würde, dass es sich in allen diesen Fällen nicht einfach um eine mechanische Heraufbeförderung von Sand aus praeexistirenden sedimentären Sandlagern handelt, sondern dass hier vielmehr in der Tiefe ganz specifische Bildungsvorgänge thätig sind, als deren Resultat eben die Masse kleiner, wasserklarer Quarzkrystalle angesehen werden muss, welche von den Quellen bald vollkommen erhalten, bald mehr oder minder abgerollt heraufbefördert werden.

Es erinnern diese Vorkommnisse unwillkürlich an die unter dem Namen der Marmaroscher Diamanten bekannten, wasserhellen Quarzkrystalle, welche sich in den Mergeln des Flysches finden, während der Quarz, welcher in den Graniten, Porphyren und Trachyten vorkommt, fast ausnahmslos Fettquarz ist.

Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Harzgänge einiger Coniferen.

Von Dr. **Johann Kreuz.**

(Mit 1 Tafel.)

(Ausgeführt im k. k. pflanzenphysiol. Institute der Prager Universität.)

Obzwar den Untersuchungen über den morphologischen Bau und die Entwicklung der Harzgänge unserer vulgärsten Coniferen nicht gerade grosse Schwierigkeiten sich entgegenstellen, so haben sich doch im Laufe der Zeiten die verschiedensten Meinungen geltend gemacht.

Moldenhawer (Beiträge, p. 160) stellte die Harzgänge als eigenartige, von einer Haut umgebene Gebilde, als harzführende Gefässe hin, Göppert dagegen (de Coniferarum structura anatomica 1841, p. 15) spricht denselben nur in jüngeren Stadien eine Haut zu, die aber später zerreisse und durch Erweiterung der umliegenden Zellen erhielte der Harzgang die Form, in der er sich uns in späteren Stadien präsentirt. Eine wohl am wenigsten stichhältige Erklärung der Entstehung der Harzgänge geben Karsten (Über Entstehung des Harzes, Bot. Zeitg. 1857) und Wigand, indem sie angeben, die Harzgänge entstünden dadurch, dass die Wände gewisser Zellpartien sich in Harz umwandeln und diese Verharzung centrifugal fortschreitend allmälig auch über das umliegende Gewebe sich erstrecke. Die meisten der übrigen Forscher, wie Link (Grundlehren der Anat. und Physiologie d. Pflanzen, 1807, pag. 91—193), Meyen (Phytotomie, p. 191; über Secretionsorgane, p. 18), Mohl (Bot. Ztg. 1859, Nr. 39 u. 40), Dippel (das Mikroskop), Frank (Beiträge zur Pflanzenphysiolog., 118—123), N. Müller (Pringsheim's Jahrbücher, V, pag. 399) und Sanio (Anatom. d. gemeinen

Kiefer, Pringsheim's Jahrbücher, IX. Band), bezeichnen die Harzgänge als Intercellularräume, wohl die einzig richtige, nicht schwer zu begründende Ansicht.

Frank hat nachgewiesen, dass diese harzführenden Intercellulargänge dadurch entstehen, dass sich eine, von den umliegenden Gewebszellen durch Grösse und Gestalt, wohl auch durch ihren Inhalt verschiedene Zelle durch zwei auf einander senkrecht stehende Wände in vier Tochterzellen theilt, diese an dem gemeinschaftlichen Berührungspunkte auseinanderweichen und so einen Kanal bilden, der sich mit Harz füllt und durch nachträgliche weitere Ausbildung zum Harzgange wird. Wenn nun Frank diesen genetischen Vorgang auch im secundären Holze (bei *Pinus sylvestris*) gefunden haben will, so geht er offenbar zu weit; in der Markkrone kann ich allerdings in der Mehrzahl der Fälle Franks Angaben nur bestätigen.

Während also Frank dem nachherigen Harzgange nur eine Mutterzelle zu Grunde legt, lässt ihn N. Müller aus dem Auseinanderweichen von vier Zellen des jeweiligen Gewebes hervorgehen. Die weitere Ausbildung des Harzganges erklärt Meyen dadurch, dass jene Zellen, welche sich hinter den anfänglich den Harzgang auskleidenden befinden, hervortreten. Diese Ansicht wurde durch Mohl und viele andere Forscher widerlegt, indem sie nachwiesen, dass die Erweiterung des Harzganges nur durch Theilung der ihn auskleidenden Zellen bewerkstelligt werde.

I. Die Harzgänge der Rinde.

Macht man durch einen vorjährigen Trieb von *Pinus sylvestris* einen Querschnitt, so sieht man sofort auf der Schnittfläche in der Rinde Harztröpfchen hervorquellen, die in einem Kranze geordnet sind, der parallel verläuft mit der Epidermis des Axentheiles. Die Harzgänge, denen diese Tröpfchen von Harz entquollen sind, befinden sich in einer genauen Anordnung und stehen in genauer Beziehung zu den Kurztrieben, welche die Nadeln tragen. Durch successive Querschnitte kann man sich leicht überzeugen, dass die Harzgänge den Axentrieb seiner ganzen Länge nach durchziehen, und dass immer je zwei von denselben an dem Fibrovasalstrang vorbeistreichen, der in den

Kurztrieb eintritt; ich will diese Gänge „Hauptgänge" nennen, (Fig. 3, I und II; Fig. 2, I) oder sie auch als „primäre Kanäle" bezeichnen. Diese primären Kanäle entsenden nun wieder in den Kurztrieb je einen Kanal (Fig. 2, *a*; Fig. 3 u. 4, *a* und *a'*), der seinerseits wieder je einen Zweig in das nun vertrocknete Blattgebilde entsendet (Fig. 2, *b*; Fig. 3, *b* und *b'*), in dessen Axel der Kurztrieb hervorgesprossen. Ausser den Zweigkanälen *a* und *a'* enthält der Kurzbetrieb noch zwei kürzere, stammwärts correspondirend verlaufende und an beiden Enden blind endigende Kanäle (Fig. 2, *c*; Fig. 4, *c* und *c'*) und einen, wohl manchmal auch zwei ähnliche, welche zwischen den Kanälen *a* und *a'* (Fig. 4, *d*) gelagert sind. Die Kanäle *aa'*, *bb'*, *cc'* und *d* bezeichne ich in ihrer Gesammtheit als „Nebenkanäle" und stelle ich *aa'* als „secundäre", *bb'* als „tertiäre", *cc'* und *d* als „accessorische" Kanäle den „primären" oder „Hauptkanälen" I und II gegenüber. Die secundären (*aa'*), sowie die accessorischen Kanäle (*cc'* und *d*) durchziehen den Kurztrieb seiner ganzen Länge nach, endigen unterhalb der Ansatzstellen der Nadeln, treten also in die Nadeln selbst nicht ein.

Ich habe schon einmal erwähnt, dass die Hauptgänge zu den Kurztrieben, bezüglich ihres Verlaufes, in genauer Beziehung stehen. Fassen wir nun einen von den in Fig. 1 gezeichneten, etwa den mit der Ziffer 6 markirten Hauptkanal ins Auge, so sehen wir, dass er in der untersten Partie entsprechend der rechten Hälfte des Kurztriebpolsters X verläuft, in den Kurztrieb den secundären Kanal *a'* abgibt und weiter aufwärts entsprechend der linken Polsterhälfte von VIII seinen Lauf nimmt, in den Kurztrieb den Kanal *a* abzweigt, noch weiter aufwärts zur rechtsseitigen Hälfte des Triebpolsters III hinzieht etc. Es durchzieht also auf diese Weise ein und derselbe Harzkanal keineswegs ein und dieselbe Verticalreihe von Triebpolstern, sondern immer nur je zwei Glieder derselben, von der linksseitigen Hälfte des einen zur rechtsseitigen des nächst höheren übertretend, um über diese hinaus der linksseitigen Hälfte eines Polsters der nächst rechten Verticalreihe correspondirend zu verlaufen u. s. w.; auf diesem Wege gibt der Hauptkanal abwechselnd rechts und links die secundären Kanäle *a* und *a'* in die Kurztriebe ab. Aus dem Gesagten geht



also hervor, dass die Hauptcanäle keineswegs das Axenorgan parallel mit dessen Hauptaxe durchziehen, sondern in einer sehr steilen Spirale von links nach rechts aufsteigen.

Ähnlich gestalten sich die Verhältnisse bei *Abies pectinata* und *Abies excelsa*; während jedoch bei *Pinus sylvestris* die Abzweigung der secundären Canäle *a* und *a'* in den Kurzbetrieb so ziemlich in der Höhe der Insertionsstelle desselben beginnt, zweigen sich dieselben bei Tanne und Fichte schon tief unten, beinahe am untersten Ende des Nadelpolsters ab und folgen demselben bis nahe zur Insertionsstelle der Nadel; eine Abzweigung tertiärer Canäle unterbleibt vollständig.

Will man bei *Pinus sylvestris* die Entwicklung der Harzgänge in der Rinde verfolgen, so ist es wohl am besten, die Winterknospen herzunehmen und selbe durch möglichst zarte Querschnitte vom Vegetationskegel aus zu zerlegen. Etwa in der Region, wo die Fibrovasalstränge aus dem Urgewebe sich hervorzubilden beginnen, trifft man in dem Rindenparenchym regelmässig vertheilt Zellen, die in tangentialer Richtung etwas gedehnt, dichter mit feinkörnigem Protoplasma gefüllt und auch durch ihre Grösse von den übrigen Rindenparenchymzellen verschieden sind. Der Zellkern dieser Zellen theilt sich später in tangentialer Richtung, die Theilkerne rücken in der Richtung des Radius auseinander und nun tritt zwischen beiden eine Tangentialwand auf, die Mutterzelle hat sich in zwei Tochterzellen getheilt (Fig. 5); schon nach der Theilung des Zellkernes tritt hie und da in den Rindenzellen Chlorophyll auf; die unmittelbar die Mutterzelle umgebenden Zellen beginnen sich durch Wände zu theilen, welche mehr weniger senkrecht stehen zur Mutterzellenwand, sie bleiben chlorophyllfrei, füllen sich immer dichter mit Protoplasma und werden mehr und mehr in Beziehung zur Mutterzelle tangential gedehnt, wobei ihre Wände sich augenscheinlich allmälig verdicken, wogegen die nächste Schichte von Parenchymzellen meist schon bedeutend tiefer ergrünt ist als das übrige Rindenparenchym. Fast unmittelbar nach dem Auftreten der Theilungswand sieht man auch schon in den beiden Tochterzellen statt des einen, zwei Zellkerne (Fig. 5) und in jeder derselben tritt eine neue Wand auf, die auf der früheren senkrecht gestellt erscheint. Jetzt sind die

Bedingungen für die Bildung des Harzganges erfüllt. Die Theilung der aus der Mutterzelle hervorgegangenen beiden Tochterzellen *a* und *b* (Fig. 5) kann entweder gleichzeitig oder nach einander erfolgen; im letzteren Falle sah ich immer die nach dem Marke hin gelegene Zelle sich zuerst theilen.

Ich kann der Angabe Frank's, dass das Rindenparenchym sich erst nach dem Auftreten der Harzkanäle mit Chlorophyll fülle, noch weniger aber der Dippel's beitreten, welcher sagt, dass aus den vier Tochterzellen das Chlorophyll verschwinde; ist doch schon zur Zeit, wo die Mutterzelle anfängt sich zu theilen im Rindenparenchym Chlorophyll, wenn auch nur spärlich, vorhanden und fand ich anderseits, auch bei der Fichte, in den Tochterzellen ebensowenig als in der Mutterzelle auch nur eine Spur von Chlorophyll.

Sind die vier Tochterzellen einmal ausgebildet, so beginnen ihre Membranen am gemeinschaftlichen Berührungspunkte auseinander zu weichen, es entsteht ein viereckiger Intercellularraum, der jugendliche Harzgang ist fertig und zeigt schon jetzt in seinem Inneren ein Tröpfchen ätherischen Öles; die Bildungszellen (Tochterzellen) nehmen an Umfang immer mehr zu, sie runden sich gegen den Harzgang hin mehr und mehr ab und üben so auf die nächste Zellschichte einen sich immer steigernden Druck aus, wodurch deren Zellen zum Harzgange tangential gedehnt und bei einem gewissen Maximum der Dehnung (etwa bis 0·02634 Mm.) zu lebhafter passiver Theilung durch auf der Dehnungsrichtung senkrecht gestellte Wände veranlasst werden. Weniger häufiger erfolgen in dieser dickwandigen Zellenschicht Theilungen durch Tangentialwände.

Hat der Harzgang eine gewisse Weite erreicht, so beginnen seine Wandzellen sich durch radiär gestellte Wände zu theilen (Fig. 6). Selten tritt der Fall ein, dass noch vor der Trennung der Tochterzellen eine derselben sich theilt und so bei der Spaltung gleich ein fünfeckiger Intercellularraum entsteht; ich habe diesen Fall nur einmal gesehen. In Folge der rasch erfolgenden Theilungen der Wandzellen wird der Harzgang immer weiter, und während er in der jungen Axe der Winterknospe mehr weniger rund, gegen deren Basis hin aber in radiärer Richtung gestreckt erscheint (Fig. 7), beginnt er sich in

dem wachsenden jungen Triebe in tangentialer Richtung zu dehnen (Fig. 8). Am Schlusse der Vegetationsperiode hat der Harzgang seine volle Grösse erreicht, die Wandzellen hören auf, sich zu theilen und im dritten, meist schon im zweiten Jahre tritt er in das Reich der Borke über. Auch bei der Fichte tritt später eine Dehnung des Harzganges in tangentialer Richtung ein, bei der Tanne hingegen bleibt er meist rund.

Was die Weite der Harzgänge anbetrifft, so erreicht bei der Kiefer der längste Durchmesser nicht selten die Länge von 0·30291 Mm., der kürzeste 0·17121 Mm.; die beiden Durchmesser der weitesten Harzgänge bei der Fichte betragen 0·113262 Mm. und 0·057948 Mm., während der Durchmesser der Tannenharzgänge bis 0·21072 Mm. lang werden kann.

Beim Untersuchen der Rindenharzgänge bei Fichte und Tanne ist es gut, an die jugendliche Axe sich dann zu machen, wenn selbe die Knospenhülle zu sprengen beginnt, und die bleichgrünen Nadeln aus den braunen Knospendecken hervorlugen; die Axen der Winterknospen enthalten da noch keinerlei Anlagen für den künftigen Harzgang, wenigstens ist es mir nicht geglückt, irgend welche aufzufinden.

Dippel gibt an, dass bei der Fichte in den älteren Harzgängen die zartwandigen Auskleidungszellen resorbirt werden. Bei kräftig vegetirenden Pflanzen habe ich das nun nicht in dem Masse gefunden, um die Resorbtion der Wandzellen als Regel hinstellen zu können; ich würde sogar mit gutem Rechte das Entgegengesetzte behaupten. In noch geringerem Masse tritt eine derartige Resorbtion der Wandzellen bei der Kiefer ein, indem man selbe oft noch da trifft, wo der Harzgang sich bereits in der Borke befindet.

II. Die Harzgänge der Nadeln.

Die Harzgänge in den Nadeln laufen parallel mit der Axe derselben. Die Anzahl der Nadelharzgänge unserer Coniferen ist eine verschiedene. Mag auch die Zahl derselben bei *Pinus sylvestris* eine wenig constante sein, so sind es doch zwei Harzgänge, welche sowohl hier, als auch bei *Abies pectinata* und *Abies excelsa* regelmässig wiederkehren und sich an den

Blattkanten, das heisst dort, wo Blattober- und Blattunterseite in einander übergehen, befinden, doch mehr zu letzterer als zur ersteren hingerückt erscheinen, also wohl entschieden zur Blattunterseite gerechnet werden müssen. Durch von der Basis der Nadel an genommene Querschnitte kann man sich überzeugen, dass diese Harzgänge (ich will sie ihrer regelmässigen Wiederkehr wegen als „constante" allen übrigen, sonst in der Nadel auftretenden als „inconstanten" gegenüberstellen) keineswegs in gleichen, sondern in ungleichen Höhen entspringen. Während es bei *Abies pectinata* und *Abies excelsa* bei der Ausbildung dieser beiden constanten Harzgänge verbleibt, treten bei *Pinus sylvestris* noch zahlreiche inconstante auf, nicht selten neun bis zehn an der Zahl. Auch diese inconstanten Harzgänge erscheinen nicht gleichzeitig, sondern nach einer gewissen Ordnung; immer sind es die unter der Blattoberseite gelegenen, welche zuletzt auftreten. Nach der Ordnung wie sie entstanden, verschwinden auch die Harzgänge gegen die Nadelspitze hin. Bei *Juniperus communis* ist in der Nadel nur ein einziger Harzgang vorhanden, der entsprechend der Mittelrippe der Blattunterseite verläuft; dem Blatte von *Taxus baccata* fehlen Harzgänge vollständig.

Im Allgemeinen haben die Harzgänge der Nadeln eine mehr weniger rundliche Gestalt und erreichen bei *Pinus sylvestris* einen Durchmesser von 0·09219 Mm., bei *Abies pectinata* 0·1317 Mm. und bei *Abies excelsa* 0·05268 Mm.

Auch Frank hat gefunden, dass sich die Harzgänge in der Nadel von einer Mutterzelle ausgehend aufbauen. Diese Mutterzelle erscheint in dem chlorophyllhaltigen Blattparenchym als farblose, mit stark lichtbrechendem Protoplasma erfüllte Zelle, die sich durch auf einander senkrecht stehende Scheidewände in vier Tochterzellen theilt, welche am gemeinschaftlichen Berührungspunkte auseinanderweichend den Harzgang bilden; es ist also bis nun der Vorgang ganz egal dem in der Rinde. Weiter meint Frank, dass sich die Tochterzellen durch Theilungen bis auf etwa acht vermehren, worauf die Zellen des nächsten Kreises ihr Chlorophyll verlieren und sich mit Verdickungsschichten füllen.

Wenn ich auch mit Frank bezüglich der Entwicklung des Harzganges in den Hauptvorgängen übereinstimme, so

fand ich doch Nebenumstände, die mit seinen Angaben durchaus nicht in Einklang zu bringen sind.

Auch ich fand als Grundlage für den werdenden Harzgang eine mit farblosem Protoplasma erfüllte Zelle, die meist ganz von den grossen, stark Chlorophyll führenden Zellen des Blattparenchyms umgeben erscheint. Diese Zelle theilt sich in vier Tochterzellen; noch ehe aber die Spaltung erfolgt, fangen die vier Tochterzellen an sich durch Wände zu theilen, die zur Berührungsaxe tangential gestellt sind und so entsteht nach meiner Beobachtung der nächst äussere Zellenkreis, von dem Frank sagt, dass seine Zellen später das Chlorophyll verlieren und sich mit Verdickungsschichten füllen. Ich konnte trotz aller Mühe nicht finden, dass diese, durch Theilung aus den vier Tochterzellen hervorgegangenen Zellen des nächst äusseren Kreises, in welchem Entwicklungsstadium immer Chlorophyll enthalten.

Sobald es zur Bildung des Harzganges, beziehungsweise zur Spaltung am Berührungspunkte gekommen ist, sind auch die Zellen des nächst äusseren Kreises derart tangential gedehnt worden, dass sie zur Theilung gezwungen, derselben lebhaft durch radiäre Wände Folge leisten, wobei es jedoch noch vorkommt, dass die Tochterzellen, die man jetzt wohl schon als Wandzellen des Harzganges bezeichnen kann, noch einmal durch eine Tangentialwand sich theilen. Bei dem in Fig. 9 abgebildeten Falle hat sich offenbar die ursprüngliche Tochterzelle a durch eine Tangentialwand in a und $a' + a''$ getheilt; die Tochterzelle wurde grösser, die äussere, aus der Theilung hervorgegangene Zelle $a' + a''$ wurde gedehnt in tangentialer Richtung, dazu trat noch die Bildung des Harzganges und dadurch ein noch grösserer Druck ein, sie sah sich zur Theilung gezwungen und aus derselben gingen die Zellen a' und a'' hervor; während dieses Vorganges hat sich die Zelle a nochmals durch eine Tangentialwand getheilt und a''' dem äusseren Zellenkreise hinzugefügt. Ähnlich war der Vorgang bei den Tochterzellen c und d, wogegen b ausnahmsweise keinerlei Theilung vorgenommen.

Die Theilungen der Zellen des äusseren Kreises durch radiäre Wände dauern so lange, als die Wandzellen des Harzganges durch Radialwände sich vermehren. Kommt es vor (und es ist das nicht so selten), dass die Wandzellen sich nur bis zu

einer geringen Zahl, etwa sechs bis acht vermehren und in denselben dann jede weitere Theilung sistirt wird, so hört auch die Theilung der Zellen des nächst äusseren Kreises durch radiäre Wände sofort auf und beginnen sich dieselben durch Tangentialwände zu vermehren; wir haben dann in diesem Falle selbstverständlich nicht einen, sondern zwei bis drei Kreise später sich verdickender Zellen, welche den in seiner weiteren Ausbildung frühzeitig stehen gebliebenen Harzgang umlagern. Anders gestalten sich die Verhältnisse dort, wo die Wandzellen bis zu vierzehn und darüber sich vermehren (Fig. 10); hier finden die Zellen des äusseren Kreises wenig Zeit durch Tangentialwände sich zu theilen und ist der Harzgang da einmal fertig, so ist für sie auch schon gewöhnlich die Zeit herangerückt, wo sie zur Verdickung ihrer Wände schreiten müssen, was oft bis zum Schwinden des Zelllumens fortgesetzt wird.

Bei der Tanne und Fichte findet keine Verdickung der Zellen des äusseren Kreises statt, wenigstens nicht in dem Masse wie bei der Kiefer.

III. Harzgänge der Markkrone.

Sanio unterscheidet bei der Bildung der Harzgänge in der Markkrone zwei Fälle. Entweder entsteht der Harzgang zwischen den Tochterzellen einer cambialen Holzzelle, oder er bildet sich zwischen den Holzzellen selbst aus.

Ich habe Gelegenheit gehabt, beide Fälle zu beobachten. Ich habe aber auch den Fall gesehen, wo der Harzgang sich hier auf gleiche Weise hervorbildet, wie in Rinde und Nadel und ohne Zweifel hat Frank, als er die Entwicklung der Harzgänge des Holzes untersuchte, sich vorzugsweise an die Markkrone gehalten und dann die gewonnenen Daten auch für das secundäre Holz gelten lassen; wie Sanio nachgewiesen, war nun das allerdings eine verfehlte Annahme.

Auch in der Markkrone hebt sich die Mutterzelle des Harzganges durch ihre Grösse und ihren protoplasmareichen Inhalt aus den anderen umliegenden cambialen Holzzellen hervor und lässt sich da leicht bestimmen, welcher von den radialen Holzzellenreihen sie angehört. In Fig. 11 ist eine solche Mutterzelle abgebildet, die der Reihe *A*—*B* angehört. Die Theilung

der Mutterzelle erfolgt hier gewöhnlich zuerst durch eine tangentiale und dann durch eine darauf senkrechte radiale Wand. Der weitere Vorgang ist dem in der Rinde völlig gleich, doch ist die Theilung der Wandzellen auf ein bescheideneres Mass herabgedrückt. Manchmal theilt sich hier die Mutterzelle auch nur in drei Zellen, indem nur eine von den beiden, aus der ersten Theilung hervorgegangene Tochterzelle, meist die markwärts gelegene, sich abermals durch eine radiale Wand theilt.

Erklärung der Figuren.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Pinus sylvestris*.

Fig. 1. Rindenpartie von einem vorjährigen Triebe; Vergr. $^4/_1$; zeigt den Verlauf der Hauptkanäle (1, 1; 2, 2; 3, 3; etc.) und der secundären sowie tertiären Kanäle; I bis XI sind die Triebpolster.

„ 2. Längsschnitt durch Nadeln, Kurztrieb und Rinde; *I* = Hauptkanal, *a* = secundärer, *b* = tertiärer, *c* = accessorischer Kanal; *n* = Nadeln, *v* = Vegetationskegel, *k* = Kurztrieb.

„ 3. Querschnitt unterhalb der Insertionsstelle des Kurztriebes; *I*, *II* Hauptkanäle; *a*, *a'* secundäre, *b b'* tertiäre Kanäle; *G* = Gefässbündelstrang, welcher in den Kurztrieb einbiegt.

„ 4. Querschnitt durch den Kurztrieb; *aa'* = secundäre, *cc'* und *d* accessorische Kanäle; *G* = Gefässbündelstrang.

„ 5. Mutterzelle des Harzganges der Rinde, die sich durch eine tangentiale Wand in die beiden Tochterzellen *a* und *b* getheilt hat.

„ 6. Junger Harzgang *hg*, dessen Wandzellen sich zu theilen beginnen, während die Zellen der nächst äusseren dickwandigen Zellschichte bereits in lebhafter Theilung sich befinden.

„ 7. Harzgang etwa aus der halben Höhe der Axe der Winterknospe; *h* = Harz.

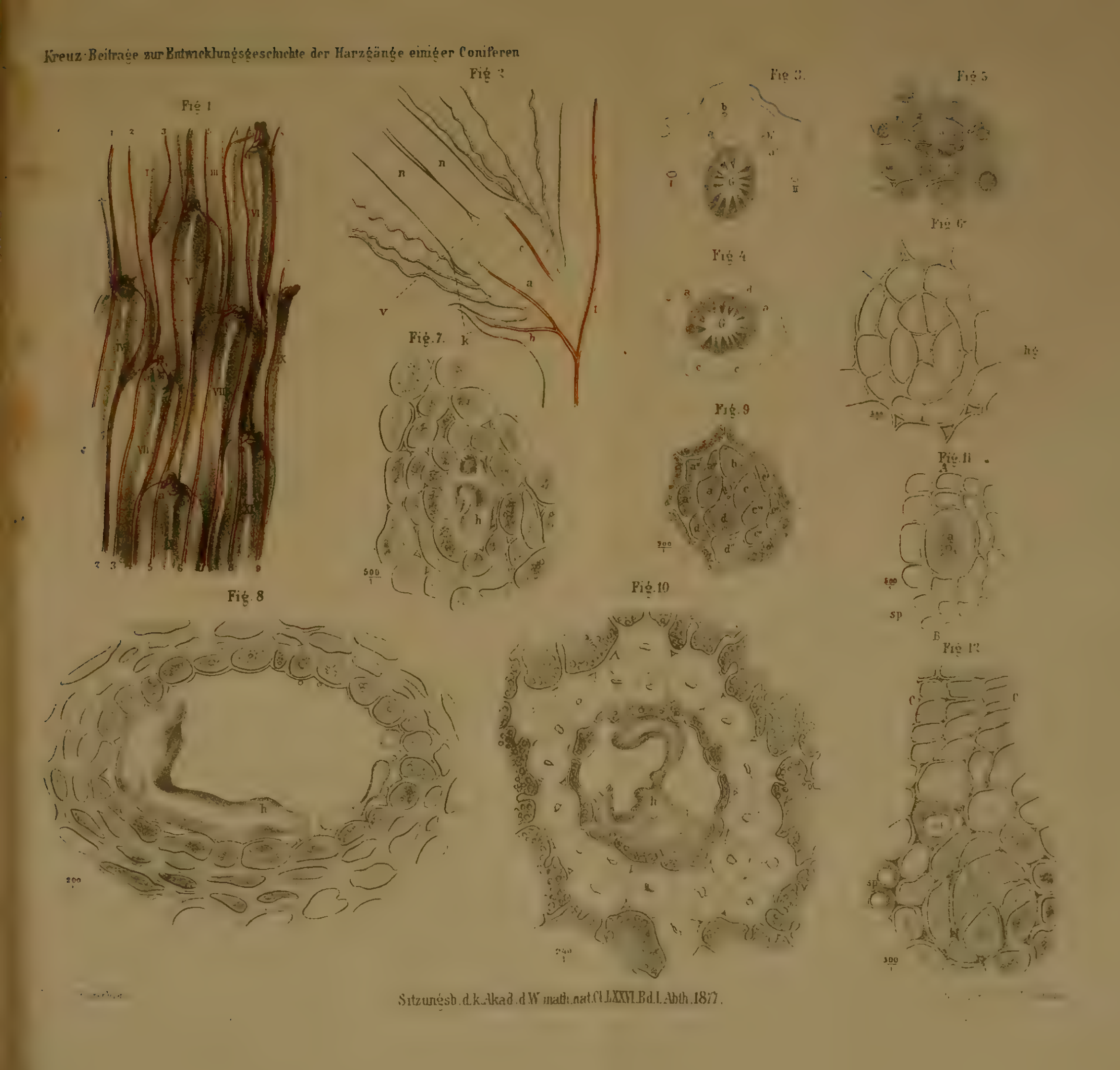
„ 8. Entwickelter Harzgang aus einem vorjährigen Triebe.

„ 9. In der Entwicklung begriffener Harzgang einer jungen Nadel.

„ 10. Ausgebildeter Harzgang einer ausgewachsenen Nadel.

„ 11. *a* = Mutterzelle eines Harzganges in der Markkrone der Winterknospenaxe; *sp* = Spiralgefässe.

„ 12. Harzgang in der Markkrone eines vorjährigen Triebes, wo die Tochterzellen sich eben spalten; *c* = Cambium, *sp* = Spiralgefässe.


Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12



XXI. SITZUNG VOM 18. OCTOBER 1877.

In Verhinderung des Präsidenten übernimmt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Herr Prof. R. Maly in Graz übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit des Herrn Dr. Roberth Herth: „Über die chemische Natur des Peptons und sein Verhältniss zum Eiweiss."

Der Secretär legt folgende Arbeiten aus dem Berliner Universitäts-Laboratorium vor:

1. „Über die Addition der Blausäure auf Harnstoff,"
2. „Über die Einwirkung der Trichlormilchsäure auf Harnstoff," vorstehende beide Arbeiten von Herrn Dr. C. O. Cech und
3. „Umwandlung des Cyanamids in Ammelid", diese Arbeit von demselben in Gemeinschaft mit Herrn B. Dehmel ausgeführt.

Das c. M. Herr Prof. Jul. Wiesner übersendet ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität mit der Aufschrift: „Neue Auffindungen über den negativen Heliotropismus oberirdischer Pflanzentheile".

Herr Prof. Dr. Karl Exner in Wien überreicht eine Abhandlung: „Über die Fraunhofer'schen Ringe, die Quetelet'schen Streifen und verwandte Erscheinungen".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royal de Copenhague: Oversigt over det kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger og dets Medlemmers Arbejder i Aaret 1876. Nr. 2. Kjøbenhavn; 8⁰.

Académie Magnetiske Undersøgelser af C. Christiansen. Kjøbenhavn, 1876; 4⁰. — Fremstilling af Resultaterne af nogle Undersøgelser over de ved Vindens Kraft fremdkaldte Strømninger i Havet; af A Colding. Kjøbenhavn, 1876; 4⁰.

Academy, the Royal Irish: Proceedings. Vol. I. Ser. 2. Nr. 10 & 11. Sessions 1872—73, 1873—74 & 1874—75. Dublin, London & Edinburgh, 1874/75; 8⁰. Vol. II. Ser. 2. Nr. 1—6. 1875—76. Dublin, London & Edinburg 1875—76; 8⁰.

— The Transactions. Vol. XXV, Nr. 10—20. Dublin, 1875; 4⁰. Vol. XXVI. Nr. 1—5. Dublin, 1876; 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Mai 1877. Berlin, 1877; 8⁰. — Über die Witterung des Jahres 1875 und Anfang 1876. Von H. W. Dove. Berlin, 1876; 4⁰. — Neue Versuche zur Bestimmung des Angriffspunktes der Resultante des Luftwiderstandes gegen rechteckige schiefe Ebenen. Von E. E. Kummer. Berlin, 1876; 4⁰. — Über einige Thiernamen. Von W. Schott. Berlin, 1877; 4⁰. — Beiträge zur physischen Anthropologie der Deutschen, mit besonderer Berücksichtigung der Friesen. Von Rudolf Virchov. Berlin, 1876; 4⁰.

— — — Königl. Schwedische: Öfversigt af Förhandlingar. 1877. XXXIV de Årg. Nr. 1—4. Stockholm; 8⁰. — Astronomiska Jakttagelser och Undersökningar Anstalda pa Stockholms Observatorium af Hugo Gyldén. I. B. Häfted 1. Stockholm, Leipzig, Paris, 1876; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV. Nr. 14. Paris, 1877; 4⁰.

Genootschap, Bataviaasch, van Kunsten en Wetenschappen: Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel XXIII, Aflev. 5 & 6. Batavia, 's Hage, 1876; 8⁰. — Deel XXIV Aflevering 1, 2 & 3. Batavia, 's Hage, 1876—7; 8⁰. — Notulen van de Algemeene en Bestuurs-Vergaderingen. Deel XIV. — 1876. Nr. 2, 3 & 4. Batavia, 1876—7; 8⁰. — Verslag van eene Verzameling Maleische, Arabische, Javaansche en andere Handschriften door Mr. L. W. C. van den Berg. Batavia, 's Hage, 1877; 8⁰. — Het Maleisch der Molukken door F. S. A. de Clercq. Batavia, 1876; 8⁰. —

Verhandelingen rakende den Natuurlijken en Geopenbaarden Godsdienst. Nieuve Serie. 5. Deel. Haarlem, 1876; 8⁰.

Gesellschaft der Wissenschaften, königliche, zu Göttingen: Abhandlungen. XXI. Band vom Jahre 1876. Göttingen, 1876; 4⁰. — Göttingische gelehrte Anzeigen. 1876, I. & II. Band. Göttingen; 12⁰. — Nachrichten von der königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-August-Universität aus dem Jahre 1876. Göttingen, 1876; 12⁰. — Das geographische Wörterbuch des Abu 'Obeid 'Abdallah ben 'Abd el-'Azîz el-Bekrî von Ferdinand Wüstenfeld. II. Band, 1. & 2. Hälfte. Göttingen. Paris, 1876; 8⁰.

Instituut, Koninklijk, Nederlandsch meteorologisch: Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1875. XXVII. Jaargang. Utrecht, 1876; 4⁰. — Marche annuelle du Thermomètre et du Baromètre en Néerlande de 1843 à 1875. Utrecht, 1876; 4⁰.

Institute, The Anthropological, of Great Britain and Ireland: The Journal. Vol. VI, Nr. 3 & 4. London, 1877; 8⁰.

Institution, the Royal of Great Britain: Proceedings. Vol. VIII. Part I & II. Nr. 64—65. London, 1876; 8⁰.

Istituto, R. di Studi superiori pratici e di Perfezionamento in Firenze: Publicazioni. Sezione di Szienze fisiche e naturali. Volume I. Firenze, 1877; 4⁰. — Opere pubblicate dai professori della Sezione di Scienze fisiche e naturali; 4⁰. — Sezione di Medicina e Chirurgia e Scuola di Farmacia: Volume I. Firenze, 1876; 4⁰.

Mariani Stefano: Memorie di Fisica sperimentale. Volume I, II e III. Bologna, 1874—75 & 76; 8⁰.

Nature, Nr. 415. Vol. 16. London, 1877; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. VIIe Année, 2e Série, Nr. 15. Paris, 1877; 4⁰.

Società dei Naturalisti in Modena: Annuario. Serie II^a. Anno X⁰. Fascicolo 2⁰ 3⁰ e 4⁰. Modena, 1876/77; 8⁰.

Society, the Zoological of London: Transactions Vol. IX. — part 11. London, 1877; 4⁰. — Vol. X. Part 1 & 2. London, 1877; 4⁰. — Proceedings for the year 1876. Part IV. Lon-

don. April, 1st, 1877; 8⁰. For the year 1877. Part 1 & 2. January—April. London, 1877; 8⁰.

Society, The Manchester literary and philosophical: Catalogue of the books in the library. Manchester, 1875; 8⁰. — Proceedings. Vol. XIII. Session 1873—74. Manchester, 1874; 8⁰. — Vol. XIV. Session 1874—75. Manchester, 1875; 8⁰. — Vol. XV. Session 1875—76. Manchester, 1876; 8⁰. — Memoirs. Third Series. Fifth Volume. London, Paris, 1876; 8⁰.

— The Royal of Edinburgh: Proceedings Vol. IX. 1875—76 Nr. 93; 8⁰. — Transactions. Vol. XXVII. Part IV. For the Session 1875—76. Edinburgh; 4⁰.

— Chemical and physical Researches by Thomas Graham. Edinburgh, 1876; 4⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 41 Wien, 1877; 4⁰.

XXII. SITZUNG VOM 25. OCTOBER 1877.

Der Secretär legt ein Dankschreiben des Herrn Prof. James Clerk Maxwell in Cambridge für seine Wahl zum ausländischen correspondirenden Mitgliede vor.

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet zwei Abhandlungen des Herrn S. Kantor in Wien:

1. „Über den Zusammenhang von n beliebigen Geraden in der Ebene."
2. „Über Eigenschaften des Dreiecks und zwei damit in Verbindung stehende Steiner'sche Sätze."

Herr Dr. C. Heitzmann übersendet eine in seinem Laboratorium in New-York ausgeführte Arbeit von Herrn Dr. W. Hassloch: „Über den Bau und das Wachsthum einiger Formen des Schimmelpilzes" mit 1 Tafel Abbildungen.

Herr Professor Anton Tomaschek in Brünn übersendet in Fortsetzung seiner einschlagenden in den Sitzungsberichten der kais. Akademie erschienenen Mittheilungen eine Abhandlung unter dem Titel: „Über die Entwicklung der Pollenpflänzchen des *Colchicum autumnale* L." als Beitrag zur Lehre von der Äquivalenz des Pollens mit den Mikrosporen höherer Kryptogamen.

Nach der Sitzung ist noch folgende von dem w. M. Herrn Director v. Littrow eingesendete Mittheilung: „Über die seculare Beschleunigung der mittleren Bewegung des Mondes" von Herrn Prof. Dr. August Weiler in Mannheim eingelangt.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Bulletin. 46e Année, 2e Serie, Tome 43. Nr. 5 & 6. Bruxelles, 1877; 8⁰. Tome 44. Nr. 7 & 8. Bruxelles, 1877; 8⁰.

Academy, the American of Arts and Sciences: Proceedings. N. S. Vol. IV. Whole S. V. XII. From May 1876 to May 1877. Boston, 1877; 8⁰.

Akademie der Wissenschaften zu Krakau: Rocznik zarządu. Rok 1876. W Krakowie. 1877; 12⁰.

— — — Źbiór wiadomości do Antropologii Krakowéj. Tom. I. Krakow, 1877; 8⁰.

Akademie der Naturforscher, kais. Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche: Leopoldina, Heft XIII. Nr. 13—18. Dresden, 1877; 4⁰.

— der Wissenschaften, Königl. bayer., in München: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe. 1877. 1. Heft. München, 1877; 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik, LX. Theil, 4. Heft und LXI. Theil 1. Heft. Leipzig, 1877; 8⁰.

Astronomische Nachrichten. Band 90. 5—24. Nr. 2141—2160. Kiel, 1877; 4⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV, Nr. 16. Paris, 1877; 4⁰.

Gesellschaft, Astronomische, zu Leipzig: Vierteljahrsschrift. XII. Jahrgang, 2. Heft. Leipzig, 1877; 8⁰.

— Deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. X. Jahrgang. Nr. 13 & 14. Berlin, 1877; 8⁰.

— Deutsche geologische: Zeitschrift. XXIX. Bd., 1. & 2. Heft. Jänner bis März und April bis Juni 1877. Berlin, 1877; 8⁰.

— Gelehrte Estnische zu Dorpat: Verhandlungen. VIII. Band, 4. Heft. Dorpat, 1877; 8⁰.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XX (n. F. X.), Nr. 8 & 9. Wien, 1877; 8⁰.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XII. Band, Nr. 14—19. Wien, 1877; 4⁰.

— Naturforschende in Emden. LXII. Jahresbericht 1876. Emden, 1877; 12⁰.

— Naturforschende, zu Freiburg i. Br.: Berichte über die Verhandlungen. Band VII. 1. Heft. Freiburg i. Br. 1877; 8⁰.

— Naturwissenschaftliche Isis in Dresden: Sitzungsberichte. Jahrgang 1877. Januar — März und April—Juni. Dresden, 1877; 8⁰.

Greifswald, Universität: Universitätsschriften. 1876; 8⁰.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, von C. Ohrtmann, F. Müller, A. Wangerin, VII. Band. Jahrgang 1875, Heft 3. Berlin, 1877; 8⁰.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie für 1875. 3. Heft. Giessen, 1877; 8⁰.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N.F. Band XVI, Nr. 11—15. Leipzig, 1877; 8⁰.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt. XXIII. Band, 1877. VII, VIII, IX & X. Gotha, 1877; 4⁰.

Nature. Nr. 416, Vol. XVI. London, 1877; 4⁰.

Observatory, The: Nr. 1—6. April — September. London, 1877; 8⁰.

Repertorium für Experimental-Physik von Dr. Ph. Carl. XIII. Band, 4. & 5.. Heft. München, 1877; 8⁰.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIᵉ Année, 2ᵉ Série, Nr. 15. Paris, 1877; 4⁰.

Società dei Naturalisti in Modena: Annuario. Ser. 2ª. — Anno XI. Fascicoli primo e secondo. Modena, 1877; 8⁰.

Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. 3ᵉ et 4ᵉ fascicules. 1876. Paris — Bordeaux, 1876; 8⁰.

— entomologique de Belgique: Compte rendu. Série 2, Nr. 40—42. Bruxelles, 1877; 8⁰.

— Impériale de Médecine de Constantinople: Gazette médicale d'Orient. XXIᵉ Année, Nrs. 3 & 4. Constantinople, 1877; 4⁰.

— Linnéenne de Bordeaux. Actes. Tome XXXI. 4ᵉ Série: Tome I. 4ᵉ Livraison. — 1877. Bordeaux, 1877; 8⁰.

— — du Nord de la France: Bulletin mensuel, VIᵉ Année, Tome III. Nr. 58—63. Amiens, 1877; 12⁰.

Society the Royal Astronomical: Monthly notices. Vol. XXXVII. Nr. 8. June. 1877; 8⁰.

— The Buffalo of natural sciences: Bulletin. Vol. III. Nr. 3. Buffalo, 1876; 8⁰.

— Royal Geographical, of London. Proceedings. Vol. XXI, Nr. 4 & 5. London, 1877; 8⁰. — Charter and Regulations of the Royal geographical Society. 1877; 8⁰.

Ungarischer Karpathen-Verein: Jahrbuch. III. Jahrgang, 1876. Kesmark, 1876; 8°.

Verein, Naturhistorisch-medicinischer, zu Heidelberg: Verhandlungen. Neue Folge. II. Band. 1. Heft. Heidelberg, 1877; 8°.

— naturwissenschaftlicher für Schleswig-Holstein. Schriften. Band II. 2. (Schluss-)Heft. Kiel, 1877; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 42. Wien, 1877; 4°.

Über die Entwickelung der Pollenpflänzchen des Colchicum autumnale. L.

(Beitrag zur Lehre von der Äquivalenz des Pollens mit den Mikrosporen höherer Kryptogamen.)

Von Prof. **Anton Tomaschek** in Brünn.

Mit 1 Tafel.

Es ist Thatsache, dass die Pollenkörner sehr vieler Gewächse fern von der Narbe unter gewissen Umständen zum Keimen und Wachsen gebracht werden können.

Diese Erscheinung des Fortlebens und der Weiterentwickelung einer vom lebenden Organismus sich freiwillig trennenden Zelle ist an und für sich so merkwürdig, dass es sich gewiss der Mühe lohnt, die scheinbar unbedeutenden Regungen dieses isolirten Zellenlebens eingehend zu erforschen.

In höherem Grade beachtenswerth sind diese Wachsthumserscheinungen desshalb, weil die Pollenzelle im lebenden Organismus höherer Gewächse als Sexualorgan fungirt und in dieser Beziehung den Sporen insbesondere den Mikrosporen höherer Kriptogamen äquivalent erachtet wird. (J. Sachs, L. B. 1874, p. 480.)

Nur die genaueste Untersuchung der Entwickelungsgeschichte des Pollenschlauches und auch der Producte selbstständiger Keimung des Pollens sind geeignet, über die wahre Natur der letzteren Aufschlüsse zu ertheilen, wobei jedoch keineswegs übersehen werden darf, dass am Pollen besonders höherer Gewächse (der Angiospermen) cenogenetische Abkürzung der Entwickelung, zum Behufe der Anpassung an den eigenthümlichen, durch Wind und Insecten vermittelten Befruchtungsvorgang, in dem Grade Platz gegriffen hat, dass hiedurch die Deutlichkeit übereinstimmender Entwickelung in der Stufenfolge der Gewächse immer mehr verloren ging.

Schon in einem früheren Aufsatze: Culturen der Pollenschlauchzelle (IX. Bd., Verhandl. des naturf. Vereines, Brünn 1872) habe ich angedeutet, dass die Culturfähigkeit der Pollenzelle im Allgemeinen auf jene Lebenserscheinungen, welche dem Pollenschlauch auch bei seiner normalen Entwickelung innerhalb des Stempels und Embryosackes zukommen, zurückgeführt werden könne.

In dem Umstande, dass dem selbstständig keimenden Pollen das leitende Gewebe des Griffelcanales abgeht, liegt zunächst der Grund der Verkürzung jenes Theiles der Pollenzelle, welcher gewöhnlich als Pollenschlauch bezeichnet wird.

Diese bedeutende Verkürzung des Pollenschlauches in Folge der künstlichen Züchtung des Pollens wird jedoch zuweilen durch bedeutende Erweiterung oder häufiger durch locale, oft wiederholte kolbige oder kugelige Anschwellung insbesondere am Ende des Fadens ersetzt.

Beachtenswerth ist ferner, dass mit der fortschreitenden Entwickelung des Zellenfadens eine deutlich erkennbare Verdickung der Zellenhülle gleichen Schritt hält, welche optisch durch den eigenthümlichen seidigen Glanz der betreffenden Verdickungsschichten leicht nachweisbar ist.

Weder die äusserste Zellenhaut noch jene Verdickungsschichten zeigen, vom dritten Tage der Cultur ab, die Reaction der Cellulose; die secundäre Verdickungsschichte wird vielmehr nach Art der verholzten Zellenwände, durch Jod und Schwefelsäure gelb gefärbt. In Kalilauge gekocht und sodann mit Jod und Schwefelsäure behandelt, wird die mittlere Schichte trübviolett, die dem Protoplasma anliegende Lage rein violett oder blau gefärbt.

Die bezeichnete Verdickungsschichte lässt ihre Structur, d. i. die Zusammensetzung aus wahrscheinlich durch ungleichen Wassergehalt verschiedenen Lagen schon am zweiten oder dritten Tage der Cultur durch eine äusserst zarte Längsstreifung erkennen.

Am achten Tage der Cultur zeigten sich stellenweise Zerklüftungen zwischen den besonderen Lagen der Verdickungsschichte, welche erkennen liessen, dass nunmehr der Zelleninhalt von einer mehrfachen Hülle eingeschlossen wird. Fig. 9 und 10.

Die Verdickungsschichte ist in der ganzen Länge des Fadens nicht gleichmässig abgeschieden. Verschiedenartige, nach innen gerichtete knoten-, zapfen- oder leistenartige Vorsprünge und Hervorragungen lassen sich als besondere Verdickungsformen unterscheiden. Hervorzuheben ist die Ähnlichkeit einzelner dieser mannigfaltigen Verdickungsformen mit der centralen Masse der Cystolithen (Traubensteine), sowie den warzigen Vorsprüngen der Wurzelzellen der Lebermose. Zuweilen lösen sich derartige rundliche oder ovale Bildungen los und können in diesem Falle leicht für grössere Stärkekörnchen gehalten werden, deren sie durch Schichtung und durch das Vorhandensein eines centralen Risses gleichen.

Schon von Reissek (1849, 13. Bd. der k. Leopoldinisch-carolin. Akad. der Naturforsch.) wurden im Innern des Schlauches selbstständig wachsender Pollen Vorgänge beobachtet, welche er als endogene rudimentäre Zellenbildung bezeichnete.

Die bezeichneten Vorgänge können jedoch, wie ich glaube, erst jetzt deutlicher erkannt werden; nachdem eine während des Wachsthumes fortdauernde Ausscheidung von Verdickungsschichten der Zellhaut nachgewiesen ist. Diese fortdauernde Absonderung des Zellenhautstoffes steht nämlich in Verbindung mit der Entstehung endogener Zellen.

Sobald sich im Innern des Schlauches einzelne Protoplasmamassen aus dem Zusammenhange der Gesammtmasse desselben loslösen, bezieht sich die Ausscheidung neuen Zellenhautstoffes nur mehr auf diese vereinzelten Masse, wodurch diese letztere als selbstständige Zellen erscheinen. Fig. 4.

Indessen tritt zuweilen eine Fächerung (Septirung) des Zellenfadens (Schläuche) nach Art der Pilze- und Algenfäden ein. Der Vorgang hierbei ist jenem analog, welcher bei der vegetativen Zellenbildung wachsender Organe stattfindet, indem sich hier der als Verdickungsschichte bezeichnete Beleg succedan einfaltet und so allmälig zu einer Scheidewand umgestaltet, wobei bemerkt werden muss, dass die eigentliche Zellenscheidewand der durch die Einfaltung getrennten Protoplasmamassen erst später nach Vollendung der Lamelle zur Ausbildung gelangt. Fig. 5, *b*, *x* und *y*. (Vergl. Sachs, L. B. 1874, p. 17.)

Das Auftreten solcher Scheidewände bleibt immer selten, die Aufeinanderfolge unregelmässig und tritt diese Erscheinung niemals so rhythmisch und in bestimmten Distanzen hervor wie bei Pilz- und Algenfäden.

Eigenthümlich ist die Bildungsweise solcher Primordialzellen innerhalb der kugeligen Enderweiterungen des Pollenschlauches.

Am Eingange in die kugelige Erweiterung befindet sich in der Regel eine zierlich gestreifte Verdickungsmasse (Fig. 7), welche ihm trichterförmig verschliesst. Durch den engen Canal des Trichters drängt sich nun eine Portion Plasma in die Höhlung der kugeligen Erweiterung und rundet sich daselbst dermassen ab, dass sie die Höhlung meist ganz ausfüllt.

Wurden am vierten Tage der Cultur so weit vorgeschrittene Pollenpflänzchen (Schläuche) ins Wasser gebracht, so erweichten sich die das kugelige Plasma umgebenden Zellhautschichten an dem vorderen Ende der kugeligen Erweiterung. Aus dem entstandenen Riss der Zellschlauchkugel trat das entweder schon gerundete oder beim Austritte sich abrundende Plasma ins Wasser über.

Dieser Vorgang ist in den Figuren 6 und 8 nach der Natur mit möglichster Genauigkeit dargestellt worden. Er verdient insofern aufmerksame Beachtung, als es durchaus nicht unwahrscheinlich ist, dass auch beim natürlichem Befruchtungsprocesse des Plasma des Pollenschlauches in den Embryosack zu den Keimbläschen übertritt, indem nämlich anerkanntermassen (vergl. das Mikroskop etc. von C. Nägeli, 1877, p. 625) die Annahme der Befruchtung durch Diffusion im hohen Grade unwahrscheinlich erscheint.

Es wird als Grund der Verwerfung der letzteren Ansicht mit Recht angeführt, dass die Vererbung von Eigenschaften sowohl im Pflanzen- als im Thierreiche sonst überall an die Aufnahme von geformtem Plasma geknüpft ist und durch keine noch so reichliche Ernährung mittelst Lösungen erzielt werden könne.

Dieser hier geschilderte Übertritt des geformten Plasmas ins Wasser ist durchaus nicht identisch mit jenem Vorgange, der stattfindet, wenn frische Pollenzellen ins Wasser gebracht werden oder wenn später der noch zarte Pollenschlauch unter Wasser irgendwo verletzt wird. In beiden Fällen fliesst das

noch ungeformte Plasma bekanntlich in darmförmig gewundenen Strömchen ins Wasser, in welchem es sich bald formlos vertheilt.

Der obige Vorgang kann vielmehr mit dem Austritte geformten Protoplasmas zum Behufe der Bildung von Schwärmsporen bei Algen oder Pilzen oder wenigstens mit dem Ausstossen des Plasmakörpers der jungen Pollenzelle, wenn dessen Specialmutterzelle unter dem Einflusse des Wassers platzt, verglichen werden (das Platzen der Specialmutterzelle bei Sachs, L. B. 1874, p. 536). Werden die Pollenpflänzchen ungestört der weiteren Entwickelung überlassen, so bleibt die kugelige Erweiterung geschlossen, das eingeschlossene Plasma überzieht sich mit einer zarten Zellhaut und wird nunmehr unter Wasser gebracht nicht mehr ausgestossen. Dieser Zustand ist in Fig. 9 dargestellt, einem Pollenpflänzchen am achten Tage der Cultur entnommen.

Die bisher dargestellten Wachsthumsvorgänge von dem Pollenpflänzchen beziehen sich in der Hauptsache auf Erscheinungen, welche im Wesen auf jene zurückgeführt werden können, die bei der Keimung des Pollens auf der Narbe und im Griffelcanal zum Behufe der Befruchtung der Keimbläschen wahrnehmbar sind.

Es muss noch einer Entwickelungsweise des Pollens bei künstlicher Aussaat erwähnt werden, welche mit Zerreissung und Abstreifung der Exine verbunden ist und ohne Schlauchbildung verläuft.

Die Abstreifung der Exine durch die sich ausdehnende Pollenzelle ist bisher als eine Eigenthümlichkeit des Pollens der Coniferen angesehen und als Unterschied derselben von dem Pollen der Angiospermen bezeichnet worden. (Sachs, L. B. p. 503.)

Gewiss mit vollem Rechte legt Sachs auf diese scheinbar unbedeutende Thatsache grosses Gewicht, da sich in derselben die Ähnlichkeit des Pollens mit den Mikrosporen, besonders der Marsiliaceen offenbart. Bei einzelnen Pollenkörnern unserer Aussaat zerreisst die Exine entweder der Länge oder Breite nach, die hiedurch befreite Pollenzelle treibt nun keinen Pollenschlauch mehr, sondern dehnt und rundet sich unter gleichzeitiger Entwickelung einer ziemlich mächtigen Verdickungsschichte zu einer das frühere Volum um das Mehrfache übertreffenden ansehnlichen Zelle aus, innerhalb welcher das Plasma Zustände annimmt, die denen

ähnlich sind, welche der Neubildung von Binnenzellen vorangehen. Fig. 1.

In diesem Umstande liegt, wie ich glaube, eine Anregung zu weiteren Culturversuchen der Pollenzelle, da ich nach dem Stande meiner gegenwärtigen Untersuchungen, die Entwickelung solcher Zellen durch die bisher erzielten Resultate nicht für abgeschlossen erachten kann.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass zwischen dem schlauchbildenden und sich zu einer abgerundeten Zelle umstaltenden Pollen Zwischenformen auftreten, wenn sich nämlich der Schlauch ungemein verkürzt und hierbei auch noch theilweise Zerreissung und Abstreifung der Exine stattfindet.

Im Extrem sind allerdings beide Entwickelungsweisen sehr verschieden, ein Umstand, der uns indessen nicht befremden darf, da auch in anderen Fällen bei verschiedener Cultur ähnliche Differenzen auftreten.

So erzeugen die Conidie der ***Peronospora infestans Mont.*** nach E. Hallier (Reform der Pilzforschung etc. 1875) im reinen Wasser Zoogonidien, während sie in passende Nährflüssigkeiten gebracht in lange Keimschläuche auswachsen.

Was die Methode der Aussaat betrifft, bei welcher die hier mitgetheilten Resultate erzielt wurden, so ist dieselbe ziemlich einfach.

Es wurden Pflaumen (Zwetschken) quer durchschnitten und nach Entfernung des Steinkernes in der Höhlung derselben Pollenkörner, welche unmittelbar den Antheren der frischen Pflanzen entnommen wurden, möglichst dicht eingestreut, die beiden Stücke der zerschnittenen Pflaume wurden sodann mittelst eines passenden Holzstiftes wieder eng an einander geheftet und die Pflaumen sodann auf eine Glasplatte gelegt und unter einer Glasglocke verwahrt.

Wurden solche Pflaumen nach 48 Stunden geöffnet, so zeigte sich bereits der gelbe Blüthenstaub dem freien Auge mit weissen Flocken dicht besetzt, welche leicht für Pilzfäden gehalten werden könnten.

Allein schon unter der Lupe erkennt man deutlich die oft bis 1^{mm} langen, frei in die Luft ragenden oder dem Boden angedrückten Schläuche des Pollens (Pollenpflänzchen).

Es erscheint vortheilhaft, am zweiten Tage die beiden aneinander gehefteten Stücke wieder zu trennen und sie mit der Öffnung abwärts an eine sorgfältig gereinigte Glasplatte aufzusetzen und sie unter einer Glasglocke zu verwahren.

Solche sorgfältig gemachte Saaten bleiben bis acht Tage von der Schimmelbildung gänzlich verschont, welche wie bei anderen ähnlichen Aussaaten störend eingreifen würde.

Die Schimmelbildung tritt leichter an verletzten Stellen des Fruchtfleisches hervor, die beim Bestreuen des Fruchtfleisches mit Blüthenstaub vermieden werden müssen.

Der Schimmelbildung (*Mucor*) geht die Bildung einer Hefeform voraus, welche alsbald unter dem Mikroskope nachgewiesen werden kann, sobald das Fruchtfleisch von Fäulniss ergriffen wird. Es war daher vortheilhaft, reife Pflaumen auszuwählen, bei welchen bekanntlich der Steinkern leicht ohne Verletzung vom Fruchtfleische getrennt werden kann.

Erklärung der Abbildungen.

(Die Figuren sind mit Hilfe eines Zeisischen Instrumentes meist mit Ocular III und Objectiv *D* und *F* aufgenommen.)

Fig. 1. Die Pollenzelle (*Colchicum autumnale*) hat sich unter gänzlicher Abstreifung der Exine (bei *e*) entwickelt. *a.* Intine, *b.* Verdickungsschichten. Der Inhalt schickt sich zur Bildung von Primordialzellen an?

Am achten Tage der Cultur.

Fig. 2. Eine Pollenzelle, welche die Exine seitwärts der Länge nach gesprengt hat und sich in dieser Richtung auszudehnen beginnt. (Am vierten Tage der Cultur.)

Fig. 3. Ein Stück eines Zellefadens (Pollenschlauches) mit mannigfaltigen Verdickungsformen. Bei *x* eine frei gewordene, den Stärkekörnchen ähnliche Bildung.

Am vierten Tage der Cultur.

Fig. 4. Zur endogenen Zellenbildung. Die getrennten Plasmakörper sind von einer zarten Zellhaut umrahmt.

Fig. 5 *a.* Scheidewandbildung. Die anstossenden Plasmakörper haben noch keine eigentliche innerste Zellhautschichte entwickelt.

Fig. 5 *b.* Bei *x* die Scheidewand bildende Lamelle. Bei *y* die eigene zarte Zellhaut der anstossenden Plasmakörper.

Am achten Tage der Cultur.

Fig. 6. Das keulige Ende eines Zellfadens (Pollenschlauches) ist im Wasser am vorderen Ende aufgerissen und hat einen Plasmakörper ausgestossen. Bei *t* trichterförmiger Verschluss des Zuganges zur keuligen Anschwellung.

Am vierten Tage der Cultur. Vergleiche hierzu den Text.

Fig. 7. Die Erweichung und Zerreissung der Kugel an der Vorderseite hat noch nicht stattgefunden.

Am vierten Tage der Cultur.

Fig. 8. Ausstossung eines Plasmakörpers. Dieser bei *x* noch nicht vollständig abgerundet.

Am vierten Tage der Cultur. Das Übrige wie bei Fig. 6.

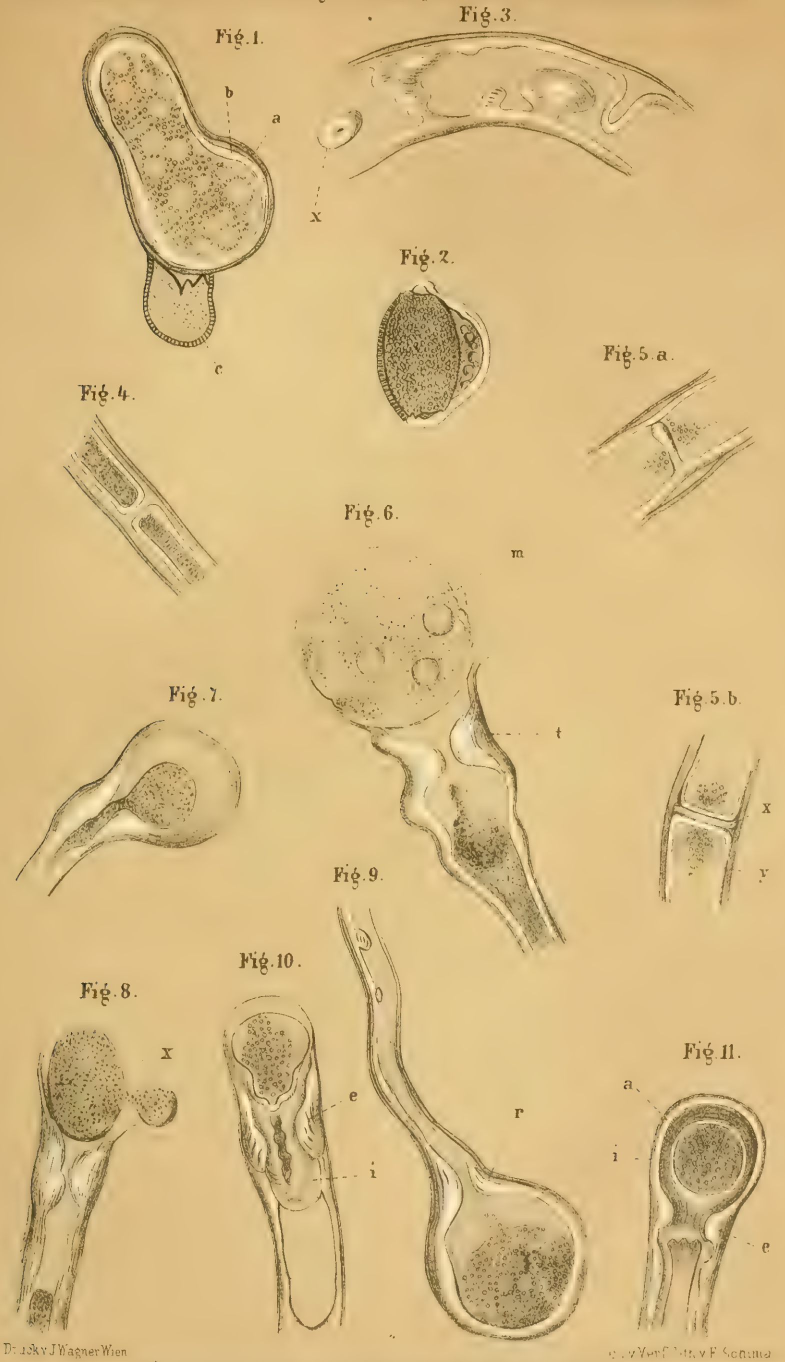
Fig. 9. Die Trennung der Verdickungsschichten ersichtlich am achten Tage der Cultur.

Fig. 10. Deutliche Zerklüftung der Verdickungsschichte bei *e*. Bei *i* eine innerste Verdickungsmasse erkennbar.

Am achten Tage der Cultur.

Fig. 11. Bei *a* eine endogene Zelle mit einer Zellhaut versehen; am achten Tage der Cultur wahrgenommen.

Tomaschek: Über die Entwicklung der Pollenpflänzchen des Colchicum autumnale L.



Druck v. J. Wagner Wien

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. nat. Cl. LXXVI. Bd. I. Abth. 1877.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVI. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

9.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.



XXIII. SITZUNG VOM 8. NOVEMBER 1877.

Der Secretär legt Dankschreiben vor von den Directionen der landwirthschaftlichen Landes-Mittelschule zu Neutitschein und des Realgymnasiums zu Raudnitz a. d. E. für die Betheilung dieser Anstalten mit dem Anzeiger der Classe.

Das c. M. Herr Prof. Pfaundler übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Über die geringste absolute Anzahl von Schallimpulsen, welche zur Hervorbringung eines Tones nöthig ist.“

Ferner übersendet Herr Prof. Pfaundler eine von Herrn Ernest Lecher ausgeführte Untersuchung: „Über die Wärmecapacität der Mischungen von Methylalkohol und Wasser.“

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet zwei fernere Abhandlungen des Herrn S. Kantor in Teplitz:

3. „Über Verallgemeinerung bekannter Dreieckssätze auf beliebige, einem Kegelschnitte eingeschriebene vollständige *n*-Ecke.“
4. „Über das Kreisviereck und Kreisvierseit insbesondere und das vollständige Viereck im Allgemeinen.“

Herr Prof. Dr. A. Bauer in Wien übersendet eine Abhandlung des Herrn Th. Morawski, wirkl. Lehrers an der k. k. Staatsgewerbeschule in Czernowitz: „Über die Citramalsäure.“

Der Secretär legt eine Abhandlung des Herrn Dr. August von Mojsisovics, Docent der Zoologie und vergl. Anatomie an den beiden Hochschulen in Graz: „Über accessorische Fortsätze am Schädel der Leporiden“ vor.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben zur Wahrung der Priorität von Herrn Prof. Dr. M. Wilckens an der k. k. Hochschule für Bodencultur vor, betreffend die Anatomie der Pferdeniere.

Das w. M. Herr Prof. Ritter v. Brücke überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Über willkürliche und krampfhafte Bewegungen."

Herr Dr. Franz v. Höhnel überreicht zwei Abhandlungen:

I. „Über den Kork und verkorkte Gewebe überhaupt."

II. „Histochemische Untersuchung über Xylophilin und Coniferin."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania: Atti. Ser. III. — Tomo X. Catania, 1876; 4°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. Juni und Juli 1877. Berlin, 1877; 8°.

Annales des mines. VIIe Série. Tome XI. 1re, 2e & 3e Livraisons. Paris, 1877; 8°.

Association, the American Pharmaceutical: Proceedings. Philadelphia, 1877; 8°.

— the Dublin University biological: Proceedings. Session 1874—5. Vol. I. Nr. 2. Dublin, 1876; 12°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LIX. Nr. 234—237. Genève, 1877; 8°.

Commission de Météorologie de Lyon. 1875. XXXII. Année. Lyon, 1876; 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV, Nrs. 16 & 17. Paris, 1877; 4°.

Ericsson, John: Contributions to the Centennial Exhibition. New York, 1876; Folio.

Gesellschaft, Deutsche Chemische, zu Berlin: Berichte. X. Jahrgang, Nr. 15. Berlin, 1877; 8°.

— Geographische in Bremen: Deutsche geographische Blätter. N. F. Heft 3 u. 4. Jahrgang I. Bremen, 1877; 8°.

Handels- und Gewerbekammer in Linz: Summarischer Bericht, betreffend die Verhältnisse der Industrie, des Handels und Verkehrs Oberösterreichs im Jahre 1876. Linz, 1877; 8°.

Institute, the Anthropological of Great Britain and Ireland: The Journal. August, 1877. London; 8°.

Instituto y Observatorio de Marina: Almanaque Náutico para 1878. Madrid, 1877; 4°.

Journal, the American of Science and Arts: Vol. XII. Nr. 67—72. New Haven, 1876; 8°. Vol. XIII. Nr. 73—77. New Haven, 1877; 8°. Vol. XIV. Nr. 79—82. New Haven, 1877; 8°.

Lyceum of Natural history of New York: Annals. Vol. X. Nrs. 12, 13 & 14. New York, 1874; 8°. — Vol. XI. Nrs. 1—2. New York, 1874; 8°. Nrs. 3—6. New York, 1875; 8°. Nrs. 7—8. New York, 1876; 8°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. Journal mensuel. 3e Série. Tome VII. 428—431 livraison. Paris, 1877; 4°.

Nature. Vol. XVI. Nr. 417 u. 418. London, 1877; 4°.

Observatory, the Astronomical of Harvard College: Annals. Vol. VI. 1859—60. Cambridge 1876; gr. 4°. — Vol. VII. Observations of solar spott, 1847—1849. Cambridge, 1871; gr. 4°. Vol. VIII. Part 1 & 2. Cambridge, 1876; gr. 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XI. Nr. 7—10. Torino, 1877; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. VIIe Année, 2e Série, Nr. 17 & 18. Paris, 1877; 4°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXIV. 1877: Revue bibliographique B. Paris; 8°.

— de Physique et d'Histoire naturelle de Genève: Mémoires. Tome XXV, Première Partie. Genève, Paris, Bale 1876 à 1877; gr. 4°.

— des Ingénieurs civils: Mémoires et Compte rendu des travaux. 3e Serie, 30. Année, 3e et 4e cahier. Paris, 1877; 8°.

— Géologique de France: Bulletin. 3e Série, Tome IVe. 1876. Nr. 11 & 12. Tome Ve, Nrs. 4, 5 & 6. Paris, 1876—77; 8°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1877; Nr. 1. Moscou, 1877; 8°.

— Mathématique de France: Bulletin. Tome V. Nr. 5 & 6. Paris, 1877; 8°.

Society, the American Geographical: Bulletin. Session of 1876—1877. Nr. 1, 2 3. New York 1876/77; 8°. — Journal 1870—71. New Tork, 1873, 8. Vol. III, 1874. Vol. VI.

New York, 1876; 8⁰. — Journal, 1874. Vol. V. New York. 1874; 8⁰.

Society, the American Geographical and statistical Journal. Vol. I. January, 1859. Nr. 1, February Nr. 2, March 1859 Nr. 3. New York; 4⁰. Vol. II. Nr. 1. July, 1860. New-York; 8⁰.

— The Royal Astronomical: Monthly Notices. Vol. XXXVII. Nr. 9. Supplementary number. Washington, 1877; 8⁰.

Sternwarte, k. k. in Wien: Annalen. Dritte Folge 86. Band. Jahrgang 1876. Wien, 1877; 4⁰.

Verein für Erdkunde zu Dresden: XIII. und XIV. Jahresbericht. Dresden, 1877; kl. 8⁰.

— Militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XV. Band. 1., 2. u. 3. Heft. Wien, 1877; 8⁰.

Vierteljahresschrift, österreichische für wissenschaftliche Veterinärkunde. XLVIII. Bd. 1. & 2. Heft (Jahrgang 1877 II. III). — Das k. k. Militär-Thierarznei-Institut in Wien während des I. Jahrhunderts seines Bestehens. Eine historische Skizze von Med. Dr. M. F. Röll. Wien, 1878; 8⁰.

Wiener Handels-Akademie: Fünfter Jahresbericht. 1877. Wien, 1877; 8⁰.

— Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 43 & 44. Wien, 1877; 4⁰.

Über accessorische Fortsätze am Schädel der „Leporiden“.

Von Dr. Med. **August v. Mojsisovics,**

Docent der Zoologie und vergl. Anatomie an den beiden Hochschulen zu Graz.

(Mit 1 Tafel.)

Bekanntlich hat Darwin die in osteologischer Hinsicht interessanten Belege der Variabilität der Leporiden ziemlich vollständig mitgetheilt und sie nach eigenen sorgfältigen Untersuchungen wesentlich ergänzt; — überdies liegen Beobachtungen von Berthold, Brandt, Giebel und Anderen vor, die in einer Anatomie des Kaninchens Berücksichtigung finden dürften.

Bei keinem der genannten Forscher [1] finde ich indess eine Erwähnung der hier zu besprechenden Knochenfortsätze, so dass ich anzunehmen wage, dieselben seien bislang unbeachtet geblieben; — wie dem auch sei, halte ich diese Notiz für mittheilenswerth, da die in Frage kommenden accessorischen Bildungen gelegentlich durch ihre Mächtigkeit sogar zu Missdeutungen einiger „normaler“ Schädelfortsätze veranlassen können.

Die genannten Fortsätze finden sich durchwegs an der unteren Fläche der Schädelbasis vor, und unterscheide ich zur bequemeren Orientirung solche der Keilbeinregion und solche der *Bulla tympanica*. Die erstgenannten sind die bedeutendsten und zugleich relativ häufigsten; unter fünfzehn Schädeln (11 *Lepus cuniculus domesticus*, 2 *Lepus timidus*, 1 *Lepus variabilis* (?), 1 *Lepus cuniculus ferus*) beobachtete ich sie in drei Fällen vollständig ausgebildet, in vier Fällen verkümmert.

---

[1] So viel ich aus der mir zugänglichen Literatur entnehmen kann.

Sie erheben sich zumeist unmittelbar vor dem ***Foramen sphenoidale anterius*** oder etwas lateralwärts von der ***Lamina lateralis processus pterygoidei*** mit mässig breiter Basis beginnend als paarige (jederseits einer) senkrechte Knochenzacken, die im ersteren Falle in die Keilbeinflügelgrube hineinragen.

Der grosse Keilbeinflügel, von dessen vielfach durchlöcherter convexer Unterseite sie ausgehen, erscheint an ihrer Ursprungsstelle wie conisch ausgebuchtet. Ihrer Form nach sind sie bisweilen einem Griffelfortsatze ähnlich, also mehr drehrund und in eine Spitze ausgezogen oder in sagittaler Richtung comprimirt und in einem Knopfe endigend; einmal fand ich sie medialwärts wie abgeknickt; waren sie nur andeutungsweise vorhanden, so stellten sie einen stumpfen, auch breiten, warzenähnlichen Höcker vor.

An den Schädeln der untersuchten zahmen Kaninchen variirte die Länge der Fortsätze von 2—6 Millimetern, beim gemeinen Hasen waren sie verkümmert, 1—2 Millimeter lang, bei dem fraglichen ***Lepus variabilis*** vermisste ich sie.

Ob diese Bildungen einem selbstständigem Ossificationspunkte ihre Entstehung verdanken, oder nur verknöcherte Ursprungssehnen der hier inserirenden Muskeln darstellen, konnte ich einstweilen allerdings nicht mit Sicherheit entscheiden, obwohl die letztere Vermuthung einige Wahrscheinlichkeit für sich haben dürfte. In der ***Fossa pterygoidea*** entspringt der innere Flügelmuskel, der nach Krause stark von fibrösen Fascikeln durchsetzt ist; an der ***Lam. lat. proc., pterygoidei*** der äussere Flügelmuskel; an der lateralen Fläche der ***lam. medialis*** des Keilbeinflügelfortsatzes der ***Musculus tensor veli palatini***, dessen glänzende platte Sehne sich um den ***hamulus pterygoideas*** herumschlingt (Krause) — (durch Verknöcherung der letzteren liesse sich die Formverschiedenheit des ***hamulus*** erklären) — inwieweit jedoch diese und vielleicht andere Muskeln an der Entstehung der beschriebenen Fortsätze participiren, könnte nur durch eine sorgfältige myologische Untersuchung, zu der mir augenblicklich das nöthige Material fehlt, entschieden werden.

Bemerkenswerth sind ferner eine Reihe accesorischer Fortsätze, die ich exquisit ausgebildet in zwei Fällen beim zahmen Kaninchen und einmal bei ***Lepus timidus*** an der convexen Unter-

seite der *Bulla tympanica* beobachtete; bekanntlich ist letztere sonst bei allen Nagern fast ausnahmslos glatt, wie abgeschliffen und variirt höchstens im Grade ihrer Wölbung, d. h. sie ist entweder mehr oder weniger seitlich comprimirt; andere bemerkenswerthe Abnormitäten finde ich in der Literatur nicht verzeichnet. — In ihrer Form sind diese Fortsätze wesentlich gleich — sie entspringen meist mit 1—$1\frac{1}{2}$ Millimeter breiter, seitlich zusammengedrückter Wurzel und enden, indem sie sich vorerst drehrund zuschärfen, in einer überaus feinen Spitze; oder sie sind mehr conisch, kurz und massiger entwickelt.

Die erstere Art erreicht eine Länge bis zu $\frac{1}{2}$ Centimeter, die letztere selten mehr als zwei Millimeter. Die genannten (ersteren) längeren und dünnen Fortsätze stehen vorwiegend auf dem rauhen *processus tympanicus oss. tempor.*, zumal nächst dessen Verbindungsstelle mit dem Körper des Hinterhauptknochens und dem Keilbeine, seltener am vorderen Theile der *bulla ossea*. Mitunter findet man sie in grösserer Anzahl 3, 4—5 in einer Reihe neben einander, wie eingerammte Pallisaden — solches sah ich an einem Schädel des gemeinen Hasen (vergl. Fig. I) oder es ragt ein einzelner und dann häufig bis $1\frac{1}{2}$ Millimeter dicker Fortsatz nahe der *symphysis spheno-occipitalis* hervor (Fig. III).

Es ist mir wahrscheinlich, dass die eben genannten Bildungen hauptsächlich durch Ossification verschiedener Ursprungssehnen so u. a. vielleicht durch die des *levator veli palatini* entstanden sein möchten.

Die bei weitem kürzeren Fortsätze, die sich nächst der Kuppe der *bulla ossea (tympanica)* in den erwähnten Fällen entwickelt zeigten (vergl. Fig. I und III) sind wohl fraglichen Ursprungs; die vor dem *processus paramastoideus (lateral.)* gelagerten erklären sich durch den mächtigen Muskelansatz daselbst. — Kleine Andeutungen dieser letztgenannten Bildungen in Form von Buckeln, Höckern und ähnlichen Unebenheiten sind sehr häufig.

Erwähnen möchte ich noch einen in Fig. III (II) dargestellten stumpf eckigen, circa 3 Mm. langen und 1 Mm. breiten Fortsatz, der sich in diesem Falle *(Lepus timidus)*? von der lateralen Wand des *meatus auditorius osseus externus* nach unten, d. h. über die *bulla ossea* hinaus erstreckte. — Ähnliches sah ich an

dem Schädel eines jungen Kaninchens. — Nähere Details hoffe ich in einer ausführlicheren, sämmtliche Knochen - Varietäten des Leporidenschädels behandelnden Abhandlung geben zu können.

Graz, September 1877.

Tafel-Erklärung.

Allgemein giltige Bezeichnungen:

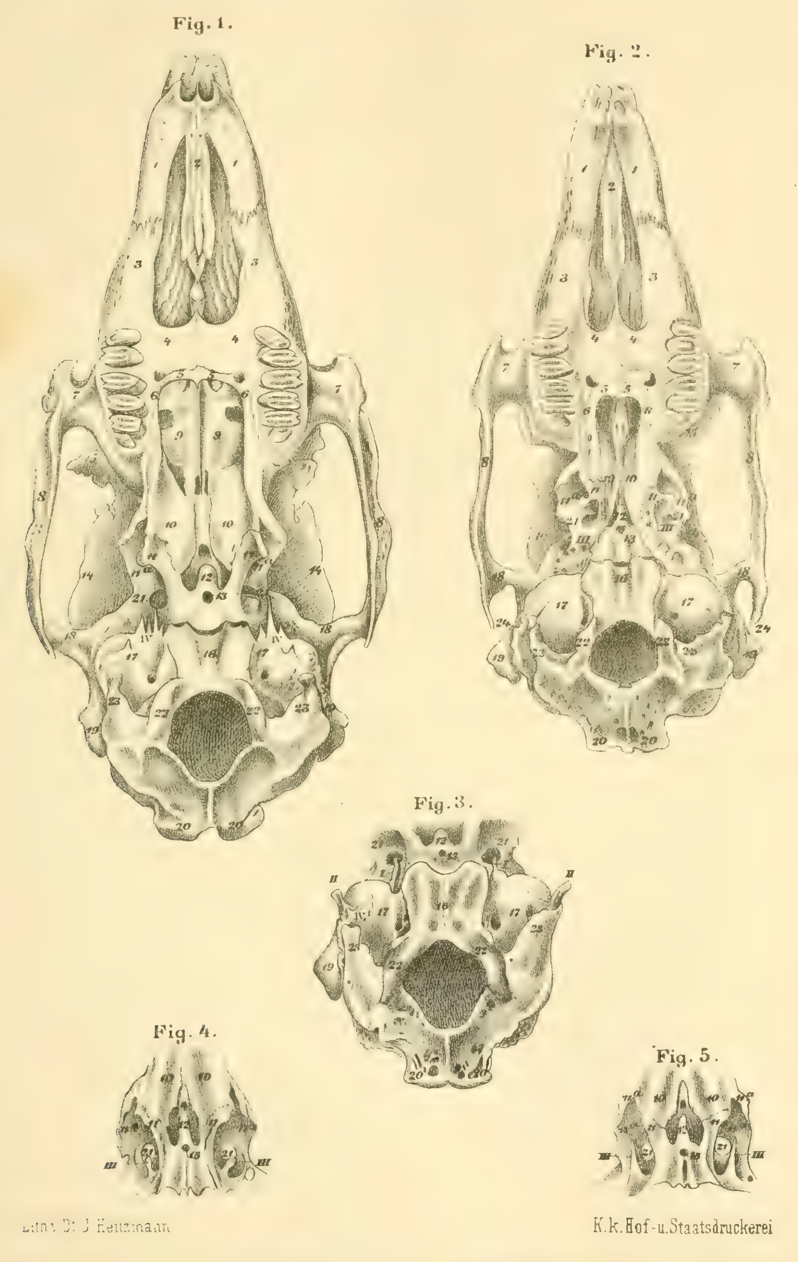
1. *Intermaxillare.*
2. *Partes mediales proc. palat. oss. intermax.*
3. *Supra maxillare.*
4. *Processus palat. oss. supramaxill.*
5. *Palatinum.*
6. *Foramen palatinum.*
7. *Processus zygomat. oss. supramax.*
8. *Zygomaticum.*
9. *Alae vomeris.*
10. *Lamina sagittalis oss. palat.*
11. *Lamina medialis proc. pterygoidei — Hamulus.*

11. a *Lamina lateralis proc. pterygoidei.*

12. *Corpus ossis sphenoidalis.*
13. *Foramen cavernosum.*
14. *Processus supraciliaris oss. frontis.*
15. *Lacrymale.*
16. *Pars basilaris ossis occipitis.*
17. *Bulla ossea seu tympani* und *Foramen caroticum externum.*
18. *Processus zygom. oss. temp.*
19. *Meatus auditorius osseus externus.*
20. *Squama occipitis cum crista sagitt.*
21. *Foramen sphenoidale anterius.*
22. *Partes condyloideae.*
23. *Processus lateralis s. paramastoideus s. jugularis s. paroccipitalis.*
24. *Processus mastoideus cum parte tendinis (cujus musculi?) ossificata.*

I. II. III. IV. *processus accessorii.*

Fig. 1. *Lepus timidus,* Schädelbasis von unten gesehen. Natürl. Grösse.
Fig. 2. *Lepus cuniculus domesticus* Schädelbasis von unten. Natürl. Grösse.
Fig. 3. *Lepus timidus (?)* Keilbein-Hinterhauptsregion von unten. Nat. Grösse
Fig. 4. *Lepus cuniculus dom.* Keilbeinregion von unten. Natürl. Grösse.
Fig. 5. *Lepus cuniculus dom.* Keilbeinregion von unten. Natürl. Grösse.



Lith. v. J. Heitzmann

K.k. Hof-u. Staatsdruckerei



Über den Kork und verkorkte Gewebe überhaupt.

Von Dr. **Franz v. Höhnel.**

(Mit 2 Tafeln.)

Übersicht des Inhaltes.

Eine der auffallendsten Lücken der bisherigen histologischen Kenntnisse war die bezüglich des Korkgewebes.

Die Ursache davon lag wohl hauptsächlich in dem bisherigen Unvermögen, die wichtigsten Zellwandstoffe, namentlich aber Holzstoff und Korkstoff scharf und sicher von einander zu unterscheiden.

Wenn ich daher, angeregt durch Prof. De Bary, an die Aufgabe heran trat, das fertige Korkgewebe in mehrfacher Richtung, zunächst aber histologisch zu untersuchen, so musste ich mir zuerst mikrochemische Holz- und Korkstoff-Reagentien verschaffen; erst dann konnte ich untersuchen, welche Vertheilung genannte und andere Zellwandstoffe in der Korkwand haben. Hatte ich solche Reagentien, so konnte ich auch das Korkgewebe als Ganzes damit prüfen und ebenso war es mir dann möglich, andere Gewebe auf ihren Gehalt, namentlich an Korkstoff, zu untersuchen.

Bei Gelegenheit dieser Untersuchungen mussten sich, natürlich bei nicht allzu einseitigem Augenmerk, auch sich auf andere Punkte bezügliche Nebenresultate ergeben, die sich theils auf die Morphologie überhaupt, theils auf die Mikrochemie des Zellinhaltes u. s. w. beziehen.

Die eminent physiologische Bedeutung verkorkter Gewebe überhaupt veranlasste mich auch zu einigen physiologischen Excursen, die sich zunächst namentlich an die Auffindung von unverkorkten Gewebslagen mitten im Korke knüpfen.

Was den historischen Theil der Abhandlung betrifft, so ist derselbe insoferne unvollständig, als ich De Bary's Handbuch leider nicht mehr benützen konnte. Nicht nur, dass die ganze Arbeit schon vor dem Erscheinen des Werkes beendigt war, sondern ich bekam dasselbe auch erst in die Hände, als das Manuscript dieser Arbeit mir schon fertig vorlag.

In diesem Werke findet sich aber, wie der geehrte Leser wohl schon weiss, überhaupt das Ausführlichste und Beste, was bisher namentlich über die Mikrochemie der Korkzellwand geleistet wurde. Ich muss desshalb Autor wie Leser um Entschuldigung bitten.

Was ich daher von De Bary'schen Ausdrücken, wie z. B. Endodermis, gebraucht habe, entlehne ich mündlichen Mittheilungen des Herrn Autors.

Ich schliesse nun mit dem Bemerken, dass ich vorliegende Arbeit in Prof. De Bary's Laboratorium zu Strassburg ausgeführt habe, und indem ich meinem hochverehrten Lehrer, der mich in vielfacher Beziehung unterstützte, meinen innigsten Dank ausspreche.

I. Einleitung.

1. Historisches über den Kork, und Fragestellung.

Der Bouteillenkork war eines der ersten Objecte der mikroscopischen Untersuchung und schon Hooke[1] studirte ihn und erkannte seinen zelligen Bau. Seitdem ist er, wie leicht begreiflich, vielfach untersucht worden, ohne dass er in der jüngsten Zeit zu den best bekannten Objecten anatomischer Untersuchung gehörte, denn man blieb vollkommen im Unklaren über die Zusammensetzung seiner Zellwandungen.

Aber auch was den Bau und die Entstehung des Korkes überhaupt als ganzes Gewebe betrifft, so sind es erst wenige Jahrzehnte her, dass Mohl[2] in seiner denkwürdigen Arbeit „Untersuchungen über die Entwicklung des Korkes und der Borke auf der Rinde der baumartigen Dikotylen“ zeigte, dass der Kork (und die von ihm Periderm genannte Modification desselben) eine ganz allgemeine Erscheinung bei den Holzpflanzen ist, und dass die Borkenbildung durch Entstehung von Korklamellen im Inneren der Rinde zu Stande komme. Bis dahin hatte man die Borkenbildung als einen einfachen Vertrocknungs- und Zerreissungsvorgang in den äusseren Rindenschichten gehalten. An zahlreichen Beispielen der verschiedensten Art lehrte Mohl mehrere Modificationen dieses Vorganges kennen und legte alles principiell Wichtige vollkommen klar, so dass den späteren Bearbeitern der

---

[1] Sachs, Geschichte der Botanik, p. 247.

[2] Mohl, Vermischte Schriften. Hier ist die ältere Literatur über Kork und Borke ausführlich besprochen.

Rinde nur Spärliches noch überblieb; so Hanstein,[1] der auf der Mohl'schen Grundlage eine Reihe von Rinden untersuchte; Rudolf Müller:[2] „Die Rinde unserer Laubbäume", 1875.

In würdiger Weise schliesst sich an die Mohl'sche Arbeit die von Sanio[3] „Über den Bau und die Entwicklung des Korkes" an. Nachdem Schleiden[4] eine ganz eigenthümliche und verworrene Ansicht über die Entstehung des Korkes ausgesprochen hatte, Mohl[5] und Schacht[6] im Wesentlichen das Richtige getroffen hatten, zeigte 1859 Sanio, dass die Korkbildung durch die Entstehung des Korkcambiums (Phellogens) eingeleitet wird, welches bestimmte und gesetzmässige, genau festgestellte Theilungsfolgen erleidet. Er zeigte, dass der Kork nicht nur in der Epidermis, wie Schleiden glaubte, sondern in allen möglichen Parenchymschichten der äusseren und inneren Rinde entstehen könne und dass es ferner häufig zur Bildung von Korkrindenzellen (Phelloderma) komme. Es finden sich zwar schon in dieser Sanio'schen Arbeit zahlreiche Angaben über den Bau der fertigen Korkzelle bei den verschiedenen untersuchten Arten, indessen sind diese Angaben nur nebenbei gemacht und kann seine Arbeit im Wesentlichen nur als Entwicklungsgeschichte betrachtet werden, indem der Bau des fertigen Gewebes als Ganzes nie zur Sprache kommt. Mit dieser ausgezeichneten Arbeit Sanio's schliesst die Literatur über den Kork als Gewebe eigentlich ab, so dass wir alles Wesentliche über diesen Punkt Mohl und Sanio verdanken. Es wurden zwar in verschiedenen anatomischen Monographien und kleineren Arbeiten einzelne Korke in ihrer Entstehung und im fertigen Zustande besprochen, so von Vöchting bei den Rhipsalideen und Melastomeen und zahlreichen anderen, ohne dass aber dadurch irgend welcher neue Gesichtspunkt eröffnet worden wäre.

[1] Hanstein, Untersuchung über den Bau und die Entwicklung der Baumrinde, Berlin 1853.

[2] Breslau, Dissertation.

[3] Pringsh. Jahrbuch II.

[4] Beiträge zur Anatomie der Cacteen, Mém. de l'Acad. d. S. Pétersbourg u. Grundzüge der Botanik, 1861, p. 195, 204.

[5] Vegetabilische Zelle, p. 192.

[6] Lehrbuch der Anat. u. Physiol. der Gewächse, I, 290 (1856).

Viel lückenhafter sind unsere Kenntnisse bezüglich der Histologie und Histochemie des Korkes. In diesem Gebiete gibt es zwar zahlreiche kleine Arbeiten und Angaben von Chemikern und Botanikern, jedoch keine einzige grössere einigermassen abschliessende, welche bestimmend auf das Urtheil der grösseren Mehrzahl der Botaniker hätte wirken. In Folge dessen weichen die Ansichten der wichtigsten Autoren ganz wesentlich von einander ab, selbst in so wichtigen Punkten wie z. B. der Stickstoffgehalt des Korkes ist, während sich bezüglich anderer Punkte auf Grund der vorhandenen Angaben ein Urtheil zu bilden, ganz unmöglich ist. So über die Zusammensetzung der Korkzellmembran etc.

Aus diesem Grunde ist es mit Schwierigkeiten verbunden, eine zusammenhängende Darstellung der Entwicklung unserer diesbezüglichen Kenntnisse zu schreiben, um so mehr, als die aufeinanderfolgenden Forscher meist in keiner Weise aufeinander die nöthige Rücksicht nahmen.

I. Dieses zeigt sich zunächst am klarsten bei der Untersuchung der Frage nach der charakteristischen Substanz des Korkes.

Chevreul[1] unterscheidet zuerst eine solche unter dem Namen Suberin (1815). Er verfuhr mit dem Bouteillenkorke folgendermassen: Er theilte ihn in feine Plättchen und erhitzte ihn dann 20 Mal mit Wasser in einem grossen Destillir-Apparate, den er eingehend beschreibt; nach dieser Operation zeigte der Kork einen Gewichtsverlust von 14·25$^0/_0$, der in Wasser ganz unauflösliche Rest wurde nun 50 Mal in derselben Weise mit Alkohol behandelt, und verlor an diesem weitere 16$^0/_0$, so dass der unlösliche Rest nur etwa 70$^0/_0$ des Korkes betrug. Diesen Rest nannte Chevreul Suberin und glaubte, dass derselbe einen ganz bestimmten Stoff vorstelle, welcher die Wandung des Korkgewebes zusammensetzte.

Diese Ansicht finden wir bei mehreren Autoren verbreitet, welche glaubten, dass der ganze Kork aus einem bestimmten

[1] Sur le moyen d'analyser plusieurs matières végétales et le liège en particulier. Annales de Chimie. Tome 96 (1815), p. 141, 165, 166.

Stoffe aufgebaut sei, der verschieden von den in den übrigen Geweben vorkommenden Membranbildnern ist.

So sagt Schleiden[1] an einer Stelle: „Korksubstanz (Suber): In den Epidermiszellen sammelt sich oft ein grumöser Stoff, aus welchem sich flache, tafelförmige Zellen entwickeln etc.“; diesem steht freilich eine ältere Bemerkung desselben[2] entgegen, wonach er den Korkstoff (nebst Medullin, Fungin etc.) nur für eine Modification der Cellulose hält.

Bei Mitscherlich[3] ist alles was nicht Cellulose ist, Korksubstanz; derselbe kennt das Lignin gar nicht und sagt: „Zuweilen besteht daraus (Korksubstanz) die äusserste Zellschichte, des Stammes, sehr oft auch mehrere Zellschichten, wie bei der Kartoffel“.

Im Wesentlichen dasselbe, was Chevreul unter Suberin verstand, meinten auch die übrigen Chemiker damit. So Boussingault,[4] Doepping,[5] Siewert:[6] Nämlich den in Alkohol, Äther und heissem Wasser unlöslichen Theil des Korkes. Es ist aber zu bemerken, dass es keinem der genannten Autoren und auch mir nicht gelungen ist, durch Alkohol dem Korke mehr als 13% Substanz zu entziehen. Allerdings unternahm keiner von Allen siebenzig Waschungen. Jedenfalls hatte Chevreul auch grosse Materialverluste. Diese Autoren wussten aber schon, dass das Suberin Chevreul's kein ganz einfacher Stoff sei und jedenfalls noch Cellulose enthielt.

Schon Chevreul[7] bemerkte das Vorhandensein von Holzfaser in Kork. Er erhielt nämlich bei Behandlung seines Suberins mit Salpetersäure 11% einer in Alkohol löslichen Masse (Cerinsäure Doepping) und 1% eines weissen Rückstandes, den er für Holzfaser erklärte. Allein er zog daraus durchaus keinen Rückschluss auf die Zusammensetzung seines Suberins.

---

[1] Grundzüge der Botanik, IV, 1861, 195.

[2] Annal. der Chem. u. Pharmac. 42. Band, 1842, p. 305.

[3] Monatsberichte d. k. pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1850, p. 102.

[4] Examen du liège, Journal de Chimie medical., etc. 1836. II. Sér. II. T., p. 120, s. auch die Uebersetzung: Ann. d. Pharmacie 1836, p. 310.

[5] Ann. d. Chem. u. Pharmac. von Liebig u. Wöhler, 45. Bd., 286., (1843).

[6] Zur Kenntniss der Korksubstanz (Zeitschrift f. d. gesammten Naturwissenschaften 1867, II. 129).

[7] Annales de Chimie, 61. Bd. (Sur l'action de l'acide nitrique sur le liège.)

Boussingault (l. c. p. 120) wusste, dass das Suberin (Chevreul's) z. Theile in Kalilauge löslich ist und hielt es für sehr wahrscheinlich, dass es gerade dieser Theil ist, welcher zur Bildung von Korksäure Veranlassung gibt, also der eigentlich wirksame und charakteristische Theil des Korkes. Es gelang ihm jedoch nicht, aus dem Korke Cellulose darzustellen.

Doepping that dieses zuerst, d. h. er stellte zuerst reine Cellulose dar. Er erhitzte Kork (oder was dasselbe ist Chevreul's Suberin) mit Salpetersäure so lange, bis sich in der Flüssigkeit nur wenige Theilchen suspendirt fanden, während sich an der Oberfläche derselben eine geschmolzene gelbe Masse (Cerinsäure) angesammelt hatte. Jene suspendirten Theilchen erwiesen sich als Cellulose (Korkzellulose Doepp.) nicht nur in ihrem Verhalten gegen die verschiedensten angewandten Reagentien, sondern auch nach dem Ergebnisse der Analyse, sie enthielt 44·8—45·1% C. 6·06 H.

Mitscherlich erhielt auf dieselbe Weise aus Eichenkork 2·55% Cellulose, die von ihm ebenfalls als die eigentlichen Kork-Cellulose angesehen wurde.

Doepping's Korkcellulose wurde als solche ganz allgemein anerkannt[1] und als ein Beweis dafür betrachtet, dass im Suberin Cellulose enthalten sei. Ich werde aber zeigen dass sie mit dem eigentlichen Korke nichts zu thun hat (s. p. 51).

Doepping widersprachen die Angaben von Mulder und Harting. Ersterer[2] sah auf Grund des Verhaltens gegen Jod und Schwefelsäure in dem Korke ein ganz eigenthümliches Gewebe, das sich von Cellulose nicht ableiten lasse und auch mit dem Holze in keiner Verbindung stehe.

Indessen zeigte bald nach Doepping auf mikrochemischem Wege Mohl[3] in einem ausgezeichneten Aufsatze, dass man Cellulose mit grösserer oder geringerer Leichtigkeit in der That in verschiedenen Korken nachweisen kann. Er fand einige Korke: *Plösslea floribunda*, *Sambucus nigra*, *Tamus Elephantipes*,

---

[1] Siehe z. B. R. Sachse, die Chemie und Physiologie etc., p. 154.

[2] Versuch einer physiol. Chem. (1844—51) I. Bd., p. 507 ff.

[3] Untersuchung der Frage: Bildet die Cellulose die Grundlage sämmtlicher vegetabilischer Membranen? Bot. Zeitg. 1847.

Acer campestre, *Evonymus europaeus* und *Ulmus campestris*, bei welchen dazu schon Salpetersäure allein genügt, während bei anderen (*Quercus suber*, *Crataegus Oxyacantha*, *Betula alba*) dieses nicht der Fall war, hingegen Kochen in Kalilauge dieselbe Wirkung übte. Wenn ich auch weiter unten (p. 95) zeigen werde, dass ein Theil dieser Korke (*Plösslea floribunda*, *Evonymus europaeus*, *Ulmus campestris*, *Tamus Elephantipes*) nicht ganz aus wahrem Korkgewebe, sondern aus solchem und damit abwechselnden Lagen von Phelloid, d. i. nicht verkorktem aber verholztem Gewebe besteht, so genügen doch die Angaben Mohl's vollkommen zum Nachweise der Cellulose im Korke.

Hiemit war ein bedeutender Schritt vorwärts gethan. Nachträglich wurde noch von anderen Autoren Cellulose im Korke nachgewiesen.

Dem gegenüber läugnete Schacht das Vorkommen von Cellulose im Korke von *Mamillaria stellaris* und *Euphorbia antiquorum* (l. c. p. 289 und 287), während die an wunden Stellen der ersteren Pflanze gebildeten Korklagen noch Cellulose enthalten sollen. Der Eichenkork soll nach vorgängigem Kochen mit Kalilauge nur Spuren von Cellulose erkennen lassen (l. c. 294). Die Mohl'sche Ansicht stellte sich indess als ganz richtig heraus, so dass Hofmeister[1] 1866 als allgemeine Regel hinstellen konnte, dass Korkzellmembranen das Vermögen der Cellulosereaction nach Maceration in Kalilauge erhalten.

Nun gelang es auch einem Chemiker (1868), Payen,[2] die wahre Korkcellulose aus der Kartoffel im Grossen darzustellen; er gibt zwar nicht den erhaltenen Procentsatz für die Cellulose an, da er aber lauter schwache Reagentien benützte, so dürfte er fast alle Cellulose, welche im Kartoffelkorke enthalten ist, erhalten haben. Er liess die Knollen vollständig gefrieren, zog die Korkschichte herab und liess auf dieselbe successive 4percentige Salzsäure durch 8 Tage, 20% Essigsäure (10 Tage), dann etwas concentrirtere durch 7 Tage einwirken. Nun wusch er aus und liess darauf eine 10% Kalilauge bei einer Temperatur von

---

[1] Pflanzenzelle, p. 257.

[2] Tissu ou trame de cellulose extrait directement d'un épiderme, l'Compt. rend. 66. Bd. (1868. I. Sem.) p. 509—13.

30—70° C. durch 25 Tage einwirken, wobei die Lauge fünfmal gewechselt wurde. Auf das so erhaltene Product liess er weiter nach dem Auswaschen mit destillirtem Wasser durch 5 Tage 8% Essigsäure bei 20—25° C. reagiren; nach nochmaligem Auswaschen mit Wasser und Alkohol hatte er reine in Kupferoxydammoniak lösliche Cellulose.

Payen zog aber daraus, dass so schwache Mittel schon genügten, um reine Cellulose darzustellen, den unrichtigen Schluss, dass es (Fremy gegenüber) keinen eigenen Korkstoff gibt, der die Cellulose infiltrirt (princip immédiat), sondern Fette, Salze und stickstoffhaltige Substanzen die Cellulose einfach durchdringend derselben die Korkeigenschaften ertheilen.

Sobald es sicher gestellt war, dass im Korke oft reichlich Cellulose vorkommt, gewann eine andere Ansicht Boden und Verbreitung, nämlich die, dass das Suberin (also der Hauptsache nach auch die Korkzellwandung) nichts Anderes als verunreinigte Cellulose sei.

Man fiel auf diese Weise in das andere Extrem. Während also ursprünglich von Chevreul u. A. fast die ganze Korkzellwandung als aus einem eigenen Körper — Suberin genannt — zusammengesetzt, und die Cellulose in der Wandung als etwas ganz Nebensächliches betrachtet wurde, wurde nach und nach in dem Masse, als der Cellulosenachweis leichter und öfter gelang, dem Zellstoffe grössere Wichtigkeit zuerkannt und zuletzt das Suberin von einzelnen Autoren gänzlich geleugnet.

Letzteres geschieht nicht selten noch heute.

Namentlich sind die meisten Chemiker der Ansicht, dass Lignin und Suberin (Cuticularsubstanz) nicht Anderes als durch verschiedenartige Verunreinigungen infiltrirte Cellulose sind.

Untersucht man daher die heutige Literatur, so findet man, dass gewisse Autoren der Ansicht sind, dass das Suberin eine bestimmte chemische Verbindung darstellt, welche mit Cellulose vermengt, die Wandung der Korkzelle bildet, während Andere dieselbe als unreine Cellulose bezeichnen. Endlich haben Einige die Ansicht, dass das Suberin nichts Anderes als eine physikalische Modification der Cellulose darstellt, also Cellulose selbst ist.

Sachs[1] spricht die Korksubstanz (Suberin) als chemisch bestimmten Stoff an, der durch chemische Metamorphose der Cellulose an Ort und Stelle entsteht. Dippel[2] ist einer ähnlichen Ansicht, indem er sagt, dass Verkorkung und Verholzung höchst wahrscheinlich auf einer Umwandlung der Cellulose beruhen.

Hofmeister[3] und Mohl[4] sprechen sich über diesen Punkt nicht näher aus.

Wiesner[5] betrachtet das Suberin als eigenen Stoff der neben Cellulose im Korke vorkommt und von dem es zweifelhaft ist, ob er stickstoffhaltig ist. Ähnliches scheint auch Haberlandt[6] anzunehmen. Fr. Schulze[7] sagt, dass in der Korkzelle Cuticularsubstanz mit Cellulose innig vermengt sei. Er hält Cuticularsubstanz für identisch mit Korkstoff und für einen eigenen Stoff.

Flückiger[8] scheint das Suberin für einen besonderen Körper zu halten, der die ganze Zellwand zusammensetzt und nach Kochen mit Kalilauge Cellulosereaction annimmt. Schacht hält den Korkstoff oder Cuticularsubstanz, wie er sagt, für einen bestimmten Stoff.

Diesem gegenüber hält Husemann[9] das Suberin für unreine Cellulose. Gerhardt[10] ist das Suberin nur eine physikalische Modification der Holzfaser. Watts[11] sagt gar: Suberine is the Cellulose of cork.

An diese Ansicht schliesst sich die von Meissner und Shepard,[12] die auf Grund von Analysen und Speculationen zu der Meinung kamen, dass die Cuticularsubstanz in ihrer Zusammensetzung kaum von der Cellulose abweicht. Ganz abweichend von

---

1 Experimentalphys. 369.

2 Mikroskop. II. 96.

3 Pflanzenzelle, p. 252.

4 Vegetab. Zelle.

5 Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, p. 479.

6 Österr. bot. Zeitschrift, 1874.

7 Lehrb. d. Chemie für Landwirthe, Leipzig 1853, II. Bd., II. Th., p. 32.

8 Lehrb. d. Pharmacognosie des Pflanzenreichs, p. 336.

9 Die Pflanzenstoffe etc., p. 1017.

10 Traité de Chimie organique, II, 485.

11 A dictionary of chimistry by Henry Watts.

12 Untersuchung über die Entstehung der Hippursäure im thier. Organism. 1866.

allen diesen Ansichten sind die von Wigand,[1] Nägeli und Schwendener. Ersterer hält die Cuticularmetamorphose als gleichbedeutend mit der Verholzung, welche sich in drei Factoren offenbaren solle: In dem Mangel der Cellulosereaction in der grösseren Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und abweichendem optischen Verhalten.

Nägeli und Schwendener betrachten als das Charakteristische der Korkzellwand die Einlagerung von wachsartigen Körpern.[2]

Aus diesem Wirrwarr von Anschauungen, die alle nur halb begründet sind, ergibt sich, dass die Frage: Was ist das Suberin der Autoren? nicht beantwortet werden kann und zugleich die Nothwendigkeit den beizubehaltenden Begriff Suberin auf Grundlage eingehender mikrochemischer Untersuchungen genau festzustellen.

Ich habe auch dieses in der vorliegenden Arbeit gethan und gefunden, dass in der That in gewissen Membranen ein bestimmter Stoff innig mit Cellulose vermengt vorkommt, der ganz bestimmte mikrochemische Eigenschaften besitzt und immer wieder mit völliger Sicherheit erkannt werden kann. Diesen Stoff nenne ich Suberin.

II. Der Histologe kann sich aber damit nicht begnügen, nur zu wissen, ob in einer Zellwand Korkstoff und Cellulose vorkommt, sondern fordert auch die Kenntniss der Art und Weise der Vertheilung dieser Stoffe in der Zellwand.

Diese zweite Frage lässt sich aus der vorhandenen Literatur überhaupt gar nicht beantworten. Jene Autoren, welche in der Korkmembran Cellulose nachgewiesen haben, begnügten sich damit, dies gethan zu haben und fragten nicht weiter um den

---

[1] Intercellularsubstanz und Cuticula. Braunschweig 1850, p. 100 und über die Desorganisation der Pflanzenzelle; Pringsh. Jahrb. III, 173.

[2] Ich hatte ursprünglich die betreffenden Stellen (Ueber die Cellulose-Arten etc.) in gen. Autoren-Werk, das Mikroskop (Leipzig 1867, p. 520, 524, 528) dahin aufgefasst, dass die Korkzellwand ihre Eigenschaften lediglich in Folge einer physikalischen Modification der Cellulose erhält. Prof. Nägeli theilte mir indessen gesprächsweise seine diesbezügliche Ansicht mit, die darin gipfelt, dass das Suberin aus in Alkohol löslichen, wachsartigen Körpern bestehe.

Sitz dieser Cellulose; daher finden sich nur selten Andeutungen über das Nähere der Zusammensetzung der Korkzellmembran.

So bei Wiesner, Sachs und A. Ersterer[1] gibt an, dass im Korke die Intercellularsubstanz aus Korksubstanz bestehe; aber auch in den angrenzenden Zellwandschichten kommt Korkstoff vor. Zugleich kommt (l. c. 120) in den ältesten Zellwandschichten Holzstoff vor. An anderer Stelle[2] bemerkt derselbe Autor Ähnliches: Nur in den äussersten Wandschichten der Korkzelle kommen Spuren von Holzstoff vor. Nach Behandlung mit Chromsäure werden Holzstoff und Korkstoff gelöst und es bleibt die Cellulose zurück. Dies bezieht sich Alles vornehmlich auf den Flaschenkork. Sachs[3] sagt allgemein, dass auch bei dünnen Korkzellen ganze Schichtencomplexe chemische und physikalische Verschiedenheiten zeigen und zwar ist eine äussere mehr minder dicke Schale der Zellhaut verkorkt oder cuticularisirt.

Aus diesen Angaben geht hervor, dass diese beiden Autoren nicht der Meinung sind, dass der Korkstoff gleichmässig in der ganzen Wandung vertheilt ist. Genaueres über die Zusammensetzung der Korkzellwand aus Lamellen lässt sich aber daraus nicht entnehmen. Ganz undeutlich ist das, was von Schulze[4] über diesen Punkt gesagt wird.

Ich habe auf diesen Punkt mein Hauptaugenmerk gerichtet und glaube, ihn ganz erledigt zu haben.

III. Eine dritte Frage, welche für vorliegenden Gegenstand von grösster Wichtigkeit ist, ist die bezüglich der mikrochemischen Kennzeichen für verkorkte oder cuticularisirte Membranen. Bei der historischen Untersuchung dieser Frage zeigt sich am deutlichsten, wie wenig Sicheres über die verkorkten Membranen bekannt war. Man wusste einfach bis heute nicht sicher, welche Membranen verkorkt sind und welche nicht. Cuticularisirte Gewebe wurden übersehen und Membranen als verkorkt betrachtet, die es in der That nicht sind.

---

[1] Einleitung in die technische Mikroskopie, Wien 1867, p. 64, 120.

[2] Rohstoffe, p. 479.

[3] Botanik, III. Aufl., p. 35.

[4] Beitrag zur Kenntniss des Lignins Rostock 1856. (Nach Chem. Centralblatt, 1857, p. 321 ff.)

Dieses sprach sich am deutlichsten aus als Caspary zu entscheiden hatte, ob die Schutzscheide verkorkt sei oder nicht. Derselbe sagt: „Die Frage, ist die ausgebildete durch Jod und Schwefelsäure braungefärbte, der concentrirten Schwefelsäure widerstandsfähige primäre Zellwand der Schutzscheide als verholzt oder verkorkt, oder noch in anderer Weise zu bezeichnen? ist zur Zeit nicht zu beantworten". Dieses war im Jahre 1864. Man hat sich seitdem allerdings daran gewöhnt, die Schutzscheide als verkorkt zu betrachten, indessen bewiesen ist dieses nicht, nachdem seit 1864 Niemand Reactionen auf Korksubstanz angegeben hat. Die ganze Annahme beruht auf der Unlöslichkeit in concentrirter Schwefelsäure, die aber in keiner Weise ausreichend ist, um eine Verkorkung zu constatiren. Die primäre Membran der Hölzer, von Sclerenchymzellen u. s. w. überhaupt stark verholzter Gewebe, ist darin ebenso unlöslich, ohne auch nur spurenweise verkorkt zu sein. In der That haben manche Forscher, wenigstens temporär angenommen, dass z. B. die primäre Membran der Holzzellen cuticularisirt sei. So Hofmeister in seiner Pflanzenzelle.

Derselbe sagt p. 248, dass die äussersten Membranlamellen einiger sehr dickwandiger, langlebiger Gewebe (Holz- und Bastbündel) sehr allgemein eine Änderung der chemischen Zusammensetzung erfahren und dann cuticularisirt genannt werden. Es ist dieses die Ansicht, welche schon früher von Hartig vertreten wurde. Dieser nannte die primäre Membran der Holzzellen die Cuticula derselben. Auch sonst findet man diese Ansicht, so bei Schacht.

Nichtsdestoweniger ist es vollkommen sicher, dass die primäre Membran der Holzzellen und anderer verholzten Elemente nur sehr stark verholzte Cellulose ist, wie nicht nur Sanio mehrfach gezeigt hat (zuletzt in der Kieferanatomie), sondern auch auf's klarste aus vorliegender Arbeit hervorgehen wird.

Schacht ist der Einzige, der sich genauer mit den Reactionen des Korkes beschäftigte; er fand in der That Kennzeichen, welche, wenn sie mikrochemisch verwerthet worden wären, zu den Resultaten geführt hätten, die mir zu finden vorbehalten wurde. Er untersuchte aber nur die Cuticula und Korke, und beide

nicht auf dem Objectträger, sondern makroskopisch in der Eprouvette.

Schacht[1] zeigte, dass man beim Erhitzen von Korkstückchen von *Quercus Suber*, *Betula alba*, oder Stücken aus der Epidermis von *Gasteria obliqua* mit Schulze'schem Gemische oder (was genau denselben Effect hat) Salpetersäure eine wachs- oder harzähnliche Masse erhält, welche in Alkohol, Äther etc. löslich ist. Er hat es jedoch versäumt, die Entstehung dieser Masse mikrochemisch genau zu verfolgen, um sie mikrochemisch anwenden zu können. Diese wichtige Thatsache, welche offenbar eine charakteristische Reaktion für den Korkstoff involvirte, wurde vollkommen vergessen oder ignorirt. Hier und da wurde sie nur kurz erwähnt, indessen nie richtig angewendet. So bei Dippel[2] und in der Dissertation von Planeth;[3] schliesslich wurde sie von G. Haberlandt[4] gänzlich geleugnet.

Diese Verkennung der in Rede stehenden Reaction ist um so auffälliger, als sie nicht erst Schacht zuerst fand, sondern dieselbe seit Brugnatelli, 1787, von fast allen Chemikern beobachtet und beschrieben worden ist, welche sich mit dem Korke beschäftigten. Doepping beschrieb die entstehende wachsartige Masse als Cerinsäure. Ich werde in der Folge noch mehrfach und ausführlich darauf zurückkommen.

So wurde der Weg zu einer mikrochemischen Erkenntniss des Suberins abgeschnitten.

Ich habe in den drei vorhergehenden Abschnitten (I bis III) gezeigt, dass bisher keine der histologischen Fragen über den Kork erledigt worden ist: Nicht nur was den feineren Bau der Korkzellwand selbst betrifft, sondern auch was die charakteristische Substanz des Korkgewebes — das Suberin — anbelangt, seine Vertheilung und mikrochemischen Merkmale. Es war daher zunächst meine Aufgabe den Korkstoff mikro-

[1] Lehrbuch, I. Bd. 272, 293, 294.

[2] Mikroskop, II. 160.

[3] H. Planeth, Die mikrochemische Analyse der vegetabilischen Zellen, Rostock 1873.

[4] Österr. bot. Zeitschr. 1874, Nr. 8.

chemisch zu charakterisiren und seine Unterschiede von Holzstoff und Cellulose festzustellen. Nachdem dies geschehen, musste ich feststellen, welchen Antheil genannte drei Zellwandstoffe am Aufbau der fertigen Wand haben und welche Gesetzmässigkeiten sich hiebei in der Vertheilung derselben ergeben.

Eine weitere Aufgabe war die, das Suberin näher zu studiren, als dies bisher geschehen und sein Verhältniss zur Cuticula zu fixiren.

Mit diesem Hinweis auf meine Aufgaben, die ich in den folgenden Blättern zu lösen versucht habe, schliesse ich den historischen Abriss, wohl wissend, nichts Vollständiges geboten zu haben.

Eine einigermassen genügende Vervollständigung des historischen Bildes muss den zahlreichen Anknüpfungspunkten überlassen werden, die sich in der Folge an manchen Punkten finden werden, wo es zugleich möglich sein wird, ein genügendes Verständniss für manche Literaturangaben vorzubereiten.

2. Welche Membranen nennt man verkorkt, und welche verholzt?

Ich habe im vorhergehenden historischen Abrisse zur Genüge gezeigt, dass man bisher nicht im Stande war, in einem gegebenen, bestimmten Falle, wo z. B. eine Membran nicht Cellulosereaction zeigte und zugleich widerstandsfähig gegen Säuren war, zu entscheiden, ob dieselbe stark verholzt oder verkorkt ist. Um aber die Aufgabe, welche ich mir zunächst gestellt hatte, nämlich den Bau der Korkzellmembran erkunden und die mikrochemische Beschaffenheit der sich eventuell ergebenden zusammensetzenden Lamellen feststellen zu können musste ich mir vor Allem sichere und untrügliche mikrochemische Reactionen auf die hier in Betracht kommenden Stoffe, Suberin und Lignin (Kork- und Holzstoff) verschaffen. Dies ist mir in der That gelungen. Abgesehen von dem negativen Verhalten des Korkstoffes gegen Schwefelsäure, dem Verhalten gegen Chromsäure, gegen die Jod-Cellulosereaction, habe ich in der concentrirten Kalilauge und im Schulze'schen Gemische (oder Salpetersäure) Mittel erkannt, mit welchen man nicht nur in der Lage ist, minimale Mengen von Suberin in Zellwänden zu entdecken, sondern auch auf der anderen Seite in Membranen,

welche vorwiegend Suberin enthalten, die noch vorhandenen geringen Cellulosereste mit Sicherheit nachzuweisen. Zu letzterem ist auch die Chromsäure dienlich. Die Reaction von Salpetersäure oder Schulze'schem Gemische beruht auf der Bildung der Cerinsäure; ich habe sie daher kurz Cerinsäure-Reaction genannt. Die Kalireaction beruht auf einem eigenthümlichen, ausserordentlich charakteristischen Quellungs- und Lösungsprocess, den ich ausführlich schildern und erklären werde.

Was den Holzstoff betrifft, so fügte ich dem Gelbfärbung bewirkenden Reactionsmittel der Anilinsalze noch die sogenannte Xylophilinreaction mit Violettfärbung und die Phenolsalzsäurereaction mit Grün-grünblaufärbung der verholzten Membranen hinzu.

A. Reactionen auf suberinhaltige Membranen. [1]

1. Kalireaction.

Wenn man zu einem Querschnitte durch einen beliebigen Kork, concentrirte Kalilauge hinzusetzt, so bemerkt man zunächst, abgesehen von einer oft kaum merklichen, nie aber starken Quellung und einer deutlichen Gelbfärbung, keine weitere Einwirkung; erwärmt man nun aber den Schnitt unter dem Deckglase mit Hilfe eines feinen Drathnetzes, das man über eine möglichst kleine Flamme hält, langsam und ohne zu kochen, so wird er vorerst immer stärker gelb, oft schön ochergelb und zugleich nimmt die Korkmembran, welche ursprünglich glatt und vollkommen homogen war, eine eigenthümliche Structur an, sie ist mehr minder stark gequollen und zeigt mindestens eine bestimmte Lamelle derselben, eine gekörnelte oder gestrichelte Beschaffenheit. Bei dünnwandigen, stark verkorkten zeigt sich die nun stark angequollene Membran (scheinbar) in ihrer ganzen Dicke von jener gekörnelten Beschaffenheit; dickwandige und schwach verkorkte Zellen hingegen zeigen eine oft nur schmale Lamelle der Wand gekörnelt.

---

[1] Die folgende allgemeine Darstellung, welche einer an etwa 60 verschiedenen Korkarten gemachten Erfahrung entspricht, kann selbstverständlich nicht genau auf jeden einzelnen Fall passen. Es ist daher bezüglich einzelner Specialfälle auf das Weitere zu verweisen. Siehe p. 36 *ff.*

In vielen Fällen scheint die behandelte Membran sehr feingekörnelt in anderen grob, oder gestrichelt. Oft sind diese Strichelchen sehr lange und meist verbogen. Nur Membranen, welche mehr minder stark verkorkt sind, zeigen diese Eigenthümlichkeit. Erwärmt man irgend eine verholzte Membran oder eine aus reiner Cellulose bestehende, mit Kalilauge, so quillt dieselbe wohl, bleibt aber vollkommen glatt; im ersteren Falle wird hiebei der Holzstoff herausgelöst, ohne Veranlassung zur Körnelung zu geben.

Treibt man aber die Erhitzung des Korkes mit Kalilauge weiter und kocht den dünnen Schnitt unter Deckglas darin ganz kurze Zeit, so wird die Quellung noch stärker und es tritt in den meisten Fällen eine gekörnelte oder gestrichelte Masse theilweise aus der Membran heraus, und verbreitet sich im Schnitte, für jeden Kork mit bestimmten stets beibehaltenen Eigenthümlichkeiten; gewöhnlich bildet diese meist ochergelbe Masse eigenthümliche Ballen, welche oft eine deutliche Membranbegrenzung, die gefaltet ist, zeigen. Häufig aber fehlt diese Ballenmembran und die dann meist etwas consistenteren Massen treten zu unregelmässigen Gruppen zusammen, die in- und ausserhalb des Schnittes zerstreut sind.

Wäscht man einen so behandelten Schnitt unter Deckglas mit Wasser aus, so werden die körnigen Massen zum grössten Theile zerstört, sie zerfliessen und die einzelnen Körnchen werden weggeschwemmt; bildeten sich Ballen mit Membranhüllen, so bleiben diese zurück. Untersucht man nun den Schnitt, so sieht man, dass jede, oft ganz dünne Zellwand, drei Membranlamellen aufweist, eine mittlere gemeinsame und zwei den beiden angrenzenden Zellen gehörige, welche Lamellen oft durch sehr breite Zwischenräume von einander getrennt sind. Diese Zwischenräume waren ursprünglich mit der körnigen Masse ausgefüllt.

Hat man diesen Vorgang an einigen Korken, wozu sich *Quercus Suber*, *Pelargonium zonale*, *Gymnocladus canadensis* besonders empfehlen, so ist es leicht genau dasselbe bei sehr schwach verkorkten Membranen, z. B. verschiedener Hypodermen *(Carex-Rhizome)*, Endodermen etc. zu sehen.

Behandelt man ein Gewebe, wo nur einzelne Zellen schwach oder stark verkorkt sind, mit Kalilauge in der Kälte, so treten diese sofort durch die gelbe Färbung ihrer Wände oder einer Lamelle derselben hervor; beim Erwärmen wird dieses noch deutlicher; nur verkorkte Wandungen zeigen diese Eigenthümlichkeit, während alle übrigen blässer werden, nach dem Erwärmen oft ganz hyalin.

Bei schwach verkorkten Membranen sind die erzeugten Quantitäten der körnigen Massen oft sehr gering und bleiben meist an Ort und Stelle liegen, so dass man oft nur eine einzige Reihe von grossen, gelben Körnchen erblickt, welche in einem dünnen Streifen gelber Masse liegend, aus einer bestimmten dünnen Membranschichte entstanden ist. Dabei genügt bei ganz schwach verkorkten, noch lebenden Zellen (der Endodermis z. B.) Kalilauge in der Kälte, oder bei ganz schwachem Erwärmen.

Bei unvorsichtigem Erwärmen oder schwacher Verkorkung geschieht es leicht, dass man von allen diesen Vorgängen nichts oder nur Unvollständiges sieht; es tritt dann die Körnchenbildung momentan ein, und werden die Massen durch die kochende Lauge weggeführt.

2. Cerinsäure-Reaction.

Beim Behandeln irgend eines Schnittes mit Schulze'schem Gemische zeigt sich ebenfalls, dass die verkorkten Membranen immer schärfer hervortreten, während alles übrige Gewebe, stark verholztes nur langsam, immer durchsichtiger wird. Die verkorkten Membranen und ebenso die Cuticula und Cuticularschichten der Epidermis werden dunkel contourirt und scharf abgegrenzt gegen die nicht verkorkten Partien. Aus den verholzten wird nach und nach der Holzstoff herausgelöst und zerstört, wodurch sie ebenso wie die aus reiner Cellulose bestehenden Zellen bald ganz hyalin werden. Erwärmt man unter Deckglas weiter, so tritt bald stürmische Gasentwicklung ein und bald bleiben vom ganzen Schnitte nur die verkorkten Membranen übrig. Sie erscheinen nicht im geringsten gequollen, während alles andere etwas quillt, ganz scharf begrenzt und dunkel contourirt. Allmälig verlieren sie ihren geraden Verlauf, werden wellig, krümmen sich mannigfach und knittern zusammen. Wäscht man in diesem Zustande

das Schulze'sche Gemisch aus und setzt Alkohol und dann Äther hinzu, so werden sie ganz hyalin. Treibt man aber das Erhitzen weiter, wenn nothwendig unter Ersatz des Reagens, so quellen die zusammengebogenen Membranen plötzlich an und schmelzen zu einem einzigen Ballen zusammen, der anfänglich blasig und körnig, allmälig homogener wird und zuletzt eine regelmässige Kugel darstellt. Diese ist in heissem Alkohol, Äther, Benzol und Chloroform löslich, ebenso in verdünnter Kalilauge, und ist die Cerinsäure Doepping's. Finden sich im Schnitte sehr stark verdickte und verholzte, also sehr widerstandsfähige Zellen, so bleiben auch diese im Reagens isolirt schwimmend als Cellulose-Massen zurück.

Diese hier nur ganz allgemein beschriebene Reaction ist ausserordentlich charakteristisch. Bei Querschnitten durch Korke tritt diese Reaction mit allen Zellen ein. Den Gegensatz aber von verkorkten und nicht verkorkten Membranen sieht man am schönsten, wenn man Querschnitte durch solche Stengel wählt, welche eine Endodermis (siehe p. 126 ff.) besitzen, z. B. *Galium*, *Centradenia* etc.

Da indess das Schulze'sche Gemisch das Suberin selbst angreift und während dieses Vorganges auflöst, unbeschadet, dass ein Theil desselben in Cerinsäure verwandelt wird, so liegt die Möglichkeit vor, dass sehr schwach verkorkte Membranen diesen Vorgang in seiner Gänze nicht erkennen lassen. Es können geringe Suberinmengen von dem Schulze'schen Gemische herausgelöst werden, bevor es noch zur Bildung von Cerinsäure kommt. Dieses scheint in der That beim Korke von *Aristolochia cymbifera* der Fall zu sein.

Um schwache Verkorkungen zu erkennen, versetzt man den Querschnitt mit Schulze'schem Gemische in der Kälte, aber nur für ganz kurze Zeit, nimmt es dann weg und gibt Kalilauge hinzu. Das erstere lässt die schwach verkorkte Membran etwas schärfer hervortreten, während die Kalilauge die in diesen Fällen sehr wenig widerstandsfähige Suberinmasse meist sofort ochergelb färbt und zugleich jene eigenthümliche Körnelung erscheinen lässt; tritt diese nicht sofort ein, so hilft gewöhnlich ein sehr schwaches Erwärmen. Zugleich bewirkt die Kalilauge ein weiteres Hyalinwerden der nicht verkorkten Gewebe.

Durch das Kochen in Schulze'schem Gemische zerfallen die verkorkten Gewebe in ihre Elemente; sobald aber die einzelnen Suberinschläuche (wie ich mich nur kurz ausdrücke) sich zu verbiegen beginnen, werden sie von der allmälig entstehenden Cerinsäure klebrig und bleiben bei Berührung an einander haften, auf diese Weise zuletzt einen einzigen Haufen bildend, der zu einer Masse zusammenschmilzt.

3. Chromsäure-Reaction.

Dieses Reactionsmittel, welches ich immer im reinen, ziemlich concentrirten Zustande anwendete, lässt ebenso wie die vorhergehenden (welche indess zum sicheren Nachweis vollkommen genügen), verkorkte Membranen scharf und dunkel hervortreten, während alle übrigen erst immer durchsichtiger werden, um dann völlig zu verschwinden. Die verkorkte Membran wird von der Chromsäure auch im concentrirten Zustande nur sehr schwer gelöst, so dass sie von jedem beliebigen Schnitte das zuletzt gelöste darstellt. Nach längerer (8—10 Stunden übersteigender) Einwirkung wird sie aber auch immer mehr und mehr durchsichtig, so dass sie nach einer gewissen Zeit schwierig zu sehen ist. Stark verkorkte Membranen sind aber selbst nach wochenlanger Einwirkung von Chromsäure nicht gelöst, aber so durchsichtig geworden und dünn, dass man sie eben noch erkennt. Wäscht man aber die Chromsäure weg, so treten sie selbst nach 5—10-tägiger Einwirkung unter dem Deckglase wieder ganz scharf und dunkel hervor. Es ist daher Pollender's[1] Angabe nicht richtig, dass Kork schon nach acht Stunden in Chromsäure vollständig gelöst ist; wohl aber kann man die zurückbleibenden Reste schon nach dieser Zeit übersehen. Diese Widerstandsfähigkeit kommt wieder nur allein verkorkten (und cuticularisirten) Membranen zu; während stark verholzte Membranen der Schwefelsäure Widerstand leisten können, lösen sie sich in Chromsäure früher als aus reiner Cellulose bestehende.

An dieses Reagens reihen sich die bekannten an, welche der Korksubstanz gegenüber negativer Art sind, so die Schwefelsäure, Salzsäure, Jod u. s. w. Diese können zur vorläufigen Orientirung dienen.

---

[1] Bot. Zeitung, 1862, p. 405.

B. Holzstoff-Reactionen.

1. Anilin-Reaction.

Diese beruht, wie zuerst Wiesner[1] gezeigt hat, darauf, dass die Anilinsalze die Eigenschaft haben, verholzte Membranen, und nur solche, gelb zu färben.

Nachdem schon vor längerer Zeit Runge gefunden hatte, dass Fichtenholz durch schwefelsaures Anilin gelb gefärbt wird, und später von Hofmann ähnliche Erfahrungen für die Salze anderer ähnlicher Körper (wie Toluidin, Sinnamin etc.) gemacht wurden, führte Wiesner mit glücklichem Griffe das schwefelsaure Anilin in die mikroskopische Anatomie ein. Derselbe wendete eine wässerige, mit Schwefelsäure stark angesäuerte Lösung dieses Salzes an. Indessen kommt das als Reagens vorzügliche reine schwefelsaure Anilin im Handel meist nur in sehr unreinem Zustande vor, als violett-braunes Pulver, in welchem es schlecht löslich ist. Ich wende daher salzsaures Anilin in mit Salzsäure stark angesäuerter Lösung an. Die zugesetzte Salzsäure verstärkt die Reaction, manchmal wenig, manchmal sehr bedeutend; dieses beruht darauf, dass die Salzsäure schon an und für sich eine mehr oder minder deutliche Gelbfärbung der verholzten Membran hervorruft. Auffällige Beispiele dafür habe ich in meinem Aufsatze über das Coniferin zusammengestellt.

Auch ein nachträglicher Zusatz von concentrirter Salzsäure verstärkt gewöhnlich die Reaction, was sich sehr schön beobachten lässt, wenn man den Schnitt mit alkoholischer Anilinsalzlösung befeuchtet, wobei meist nur schwache Gelbfärbung eintritt; die nun nachträglich zugesetzte Salzsäure ruft eine prachtvoll gold-gelbe Färbung hervor. Durch Auswaschen, oder besser Auskochen, oder mit verdünnten Alkalien lässt sich die Färbung wieder wegnehmen. Das schwefelsaure Anilin wurde neuerdings von Vesque (Compt. rend. 81. Bd., 498) getadelt,

---

[1] Einleit. in d. technisch. Mikroskopie. Wien 1867, p. 64; auch in Karsten. Bot. Untersuchungen, II. Heft, p. 120 (habe ich nicht gesehen); ferner Burgerstein, Sitzungsberichte der k. Wiener Akad. d. W. 1874, Bd. 70, I, p. 338.

indem er angibt, dass auch anderweitig veränderte nicht als verholzt zu betrachtende Membranen (z. B. in Borken) die Gelbfärbung annehmen. Ich habe mich indessen davon überzeugt, dass nur solche Membranen, die auch ihrem Verhalten gegen Chlorzinkjod und Salpetersäure nach als verholzt zu betrachten sind, entschiedene Färbungen annehmen.

2. Xylophilin-Reaction.

Beruht auf einer sehr schönen violetten Färbung verholzter Membranen, die eintritt, wenn sie mit Xylophilin infiltrirt und dann mit concentrirter Salzsäure behandelt werden. Über das Xylophilin, sein Vorkommen, seine Darstellung etc. siehe meine betreffende Abhandlung und dort habe ich auch gezeigt, wie man das Reagens anwendet, und wie man sich in Ermanglung von Xylophilin-Extract mit Querschnitten durch junges frisches Kirschenholz helfen kann. Ich bemerke hier nur, dass das Extract möglichst concentrirt sein muss, und dass man dasselbe auf dem Querschnitte vor dem Zusatze der concentrirten Salzsäure, nicht zu stark eintrocknen lassen darf, da sich sonst die vorhandenen mitgelösten Stoffe niederschlagen und das Präparat verunreinigen. Ist dies aber schon geschehen, so kann man es beliebig auswaschen, da das Xylophilin nicht leicht wieder daraus entfernt wird. Nicht immer tritt die Reaktion sofort ein; gewöhnlich nur bei frischen Objecten; Schnitte durch altes Holz, überhaupt durch ausgetrocknete ältere Objecte reagiren schlecht und schwach. Sonst ist die Reaction sehr empfindlich, indem sie schon ganz schwache Verholzungen anzeigt. In den meisten Fällen erhält man überraschend schöne Reactionsbilder, die in Salzsäure sehr haltbar sind. Wo die Salzsäure starke Gelbfärbung der verholzten Membranen bewirkt, nimmt man sie weg und setzt nachträglich etwas Wasser hinzu. Dadurch wird die in der Salzsäure nur unvollständige und schmutzige Färbung rein violett.

Aus reiner oder verkorkter Cellulose bestehende Membran und Lamellen solcher zeigen keine Spur einer Färbung.

3. Phenol-Salzsäure-Reaction.

Über diese Reaction findet man die nöthige Auskunft in meiner Arbeit über das Coniferin.

An diese Reactionen schliessen sich die bekannten an. Auf den Unterschied des Verhaltens der verkorkten Membranen gegen das Schulze'sche Gemisch habe ich bereits hingewiesen.

Mit Hilfe dieser Reaktionen ist man im Stande, in jedem einzelnen Falle mit vollkommener Sicherheit zu entscheiden, ob Verholzung oder Verkorkung vorliegt etc. Wenn durch die mikrochemische Erkenntniss dieser beiden Zellwandstoffe auch nicht alles geleistet ist, da es noch einige andere gibt, so begnügte ich mich doch damit, diese beiden fixirt zu haben, nicht nur weil sie die nebst der Cellulose am häufigsten auftretenden sind, sondern auch darum, weil die übrigen beim Korke gar nicht in Betracht kommen.

Bei einiger Umsicht und Genauigkeit wird man mit Hilfe der hier soeben, ferner in den Abschnitten über das Suberin und über den Bau und die chemische Zusammensetzung der Korkzellwand, sowie in den Arbeiten über Xylophilin und Coniferin gemachten Angaben im Stande sein, in jedem einzelnen Falle mit völliger Sicherheit seine Entscheidung zu treffen.

II. Kork, d. h. phellogenes, ganz oder theilweise verkorktes Gewebe.

1. Bau der fertigen Korkzelle.

A. Bau und Chemie der Korkzellwandung.

α. Histologische Untersuchung der Korkzelle auf den Bau und die chemische Zusammensetzung ihrer Wandung.

Die Untersuchung einer grossen Reihe von verschiedenen Korken hat gezeigt, dass die Korkzellwandung im Allgemeinen aus fünf Lamellen besteht, einer mittleren und je zwei sich zu beiden Seiten an diese anschliessenden. Die äussere von diesen ist die Suberinlamelle, welche jene Schichte der ganzen Wandung darstellt, welche diese eben zu der einer Korkzelle macht. Der Suberinlamelle verdankt der Kork seine eigenthümlichen Eigenschaften, und nur sie ist die Ursache des so abweichenden mikrochemischen Verhaltens desselben. An die Suberinlamelle schliesst sich in jeder Zelle der Celluloseschlauch, oder die

Celluloselamelle an, welche ebensowenig, wie die Mittellamelle von gewöhnlichen Membranen abweichende Reactionen zeigen. Einfach, d. h. sich nur auf eine Zelle beziehend gedacht, besteht daher die Wandung der Korkzelle aus drei Lamellen, der Mittellamelle, der Suberinlamelle und dem Celluloseschlauch. Jede dieser Lamellen besitzt eine Cellulosegrundlage, aber der Celluloseschlauch, welcher die innerste Lamelle jeder Korkzellwand darstellt, ist immer am cellulosereichsten, daher der Name. Er allein kann auch aus reiner Cellulose bestehen. In ihm, wie in der Mittellamelle, kann wenigstens stellenweise Suberin vorkommen, in bei weiten den meisten Fällen aber enthält nur die Suberinlamelle den für die Korkzelle charakteristischen Stoff. Bei weitem die Mehrzahl der Korke zeigt indess von allem diesem auf dem Querschnitte nichts. Die Wandungen erscheinen meist mehr minder homogen, ohne oder nur mit ganz undeutlichen Andeutungen einer Schalenbildung. Bei ihnen kann man nur mit mikrochemischen Methoden Aufschluss über ihren Bau erhalten. Einzelne hingegen zeigen ohne jegliche Präparation alle drei Schichten aufs deutlichste.

Hieher gehört z. B. der Kork von *Populus pyramidalis.* Unter günstigen Umständen kann man hier schon ganz ohne Reagentien alle drei Schichten unterscheiden: Eine sehr zarte Mittellamelle, die Suberinlamelle und eine ganz hyaline, namentlich unterseitig meist sehr dicke, innerste Schichte. Mit Chlorzinkjod treten aber alle Schichten aufs deutlichste hervor. Die Mittellamelle bildet eine ganz scharfe, dunkelbraune, ziemlich dicke Linie, die dicke Suberinlamelle ist schwach gelb gefärbt, während die Celluloselamelle in diesem Falle, wie auch in einigen wenigen andern, aus reiner Cellulose bestehend, sich violett färbt. Zu gleicher Zeit wird aber eine weitere nur bei wenigen Korken sichtbare, wahrscheinlich aber verbreitete sehr dünne Schichte mit dunkelbrauner Färbung an der Grenze zwischen Suberin und Celluloselamelle sichtbar. Noch deutlicher und klarer wird dieses Alles, wenn man den dünnen Schnitt vorher durch eine halbe Minute in Schulze'sches Gemisch legt und dann erst mit Chlorzinkjod behandelt, dadurch quillt der Schnitt etwas an und werden die Grenzen zwischen den einzelnen Lamellen besser sichtbar.

Mit seiner dicken Suberinlamelle, in Verbindung mit dem mächtigen aus reiner Cellulose bestehenden Celluloseschlauch steht

populus pyramidalis einzig da. Celluloseschläuche, die aus reiner Cellulose bestehen, sind überhaupt seltene Erscheinungen. Hieher gehören *Catalpa syringaefolia*, *Nerium Oleander*, *Calluna vulgaris* und *Viburnum Tinus*. In keinem dieser Fälle kann man aber alle drei Lamellen ohne Weiteres sehen, da mit dem Vorhandensein eines reinen Celluloseschlauches meistens eine sehr schwache Verkorkung, d. h. eine sehr dünne Suberinlamelle verbunden ist, welche sich an die Mittellamelle so anschliesst, dass sie mit ihr scheinbar eine einzige Schichte bildet. Gewöhnlich bewirkt indessen bei diesen Korken Kalilauge durch kurze Einwirkung in der Kälte ein Sichtbarwerden der drei Lamellen. Lässt man sehr dünne Querschnitte von *Catalpa syringaefolia* 1—2 Stunden in concentrirter Kalilauge liegen, so sieht man einen stark gequollenen hyalinen Celluloseschlauch, der ganz scharf gegen die gelbe Suberinlamelle abgegrenzt ist, überall gleichmässig dick. Die Mittellamelle wird aber nur an einzelnen Stellen sichtbar, besonders an den Kanten. Ähnlich verhält sich *Viburnum Tinus*, wo indess der Celluloseschlauch so dünn ist, dass man ihn gewöhnlich erst nach schwacher Quellung in Kalilauge sehen kann; man kann sich indess an Stellen, wo er etwas dicker ist, davon überzeugen, dass er aus reiner Cellulose besteht. Bei *Nerium Oleander* und *Calluna vulgaris* ist der Celluloseschlauch hingegen wieder dick; bei ersterer Pflanze dabei überall gleichmässig stark entwickelt, bei letzterer innen (unterseitig, Sanio) sehr mächtig, und aussen (oberseitig) dünner. Nach genügender Behandlung mit Kali in der Kälte kann man auch hier alle drei Schichten zugleich sehen.

An diese Korke mit aus reiner Cellulose bestehendem Celluloseschlauche schliessen sich einige andere mit wohl entwickelter Celluloselamelle an, die aber entweder nur in einzelnen Zellen oder partienweise rein ist, und an anderen Stellen sehr schwach verholzt, so schwach, dass schon Kali in der Kälte oder bei ganz schwachem Erwärmen genügt, um reine Cellulosereaction erhalten zu können. Dieses ist der Fall bei den Korken von *Viburnum prunifolium*, *Boswellia papyrifera* und *Strychnos innocua*. Bei erstgenannter Pflanze bildet der Celluloseschlauch, wie auch bei den beiden anderen, die Hauptmasse der Wandstärke und ist überall gleichmässig stark entwickelt. Sie besteht aus reiner oder

fast reiner Cellulose. Mittellamelle und Suberinlamelle sind sehr dünn. Bei *Boswellia papyrifera* verhält sich die Sache ganz ähnlich. Mit Chlorzinkjod färbt sich der Celluloseschlauch, welcher hier sehr scharf nach aussen abgegrenzt ist, braun bis blau, an verschiedenen Stellen, und in verschiedenen Zellen. Blaufärbung ist jedoch vorherrschend: oft zeigen dieselbe ganze Schichten von Zellen. In vielen Zellen löst er sich in Cuoam vollständig auf, zum Beweise, dass er wirklich aus reiner Cellulose besteht, in andern quillt er darin nur mehr weniger auf und zeigt schwache Blaufärbung. *Strychnos innocua* zeigt einen Celluloseschlauch, welcher innen ausserordentlich mächtig ist, und schön geschichtet, seitlich und aussen aber ganz dünn ist und mit Chlorzinkjod alle Abstufungen von gelb bis tief violett liefert, also ebenfalls manchmal aus reiner Cellulose besteht. Hiemit ist die Reihe jener mir bekannt gewordenen Korke, welche wenigstens stellenweise eine aus reiner Cellulose bestehende Schichte aufweisen, erschöpft. Es gehören hieher theils solche, welche alle Lamellen sofort zeigen, und andere, wo dieses nicht der Fall ist; immer aber lassen sich wenigstens zwei Lamellen directe erkennen. Ich komme nun zu einer Reihe von anderen Korken, deren Celluloseschlauch ebenfalls noch als solcher nach aussen deutlich abgegrenzt ist, aber aus mehr oder minder stark verholzter Cellulose besteht. Unter diesen gibt es einige wenige, wo derselbe so schwach verholzt ist, dass schon eine kurze Einwirkung von concentrirter Kalilauge in der Kälte genügt, um den Holzstoff herauszuziehen. So z. B. *Platanus orientalis*; die Zellen der erstgebildeten Korkschichten lassen unter günstigen Umständen ebenso wie *Populus pyramidalis* alle drei Schichten deutlich erkennen. Die Mittellamelle ist, namentlich in den radialen Partien sehr dünn, die Suberinlamelle mässig dick, aussen meistens mehr als innen, während die Celluloselamelle aussen meist sehr dünn ist, und innen sehr dick. (Fig. 2.) Die älteren Korkschichten (Fig. 3) zeigen einen ganz ähnlichen Bau, nur ist die Suberinlamelle sehr dünn und ist die Mittellamelle nicht zu unterscheiden, während die Celluloselamelle ausserordentlich mächtig ist. Meistens zeigt sie, einfache oder verzweigte Porencanäle und mehr weniger deutliche Schichtung. Schon nach kurzer Einwirkung von Kali in der Kälte zeigt die etwas anquellende und

ganz scharf abgegrenzte Celluloselamelle schöne Cellulosereaction mit Chlorzinkjod.

Bei den übrigen Korken jedoch, welche eine scharf abgesetzte Celluloselamelle besitzen (*Lippia citriodora*, *Pyrus communis*, *Camellia japonica* und *Broussonetia papyrifera*), genügt ein kurzes Einwirken von Kalilauge in der Kälte nicht, um in jener die Cellulose-Reaction hervortreten zu lassen; sie bedürfen einer längeren Einwirkung von Kali in der Kälte, oder ein kurzes Erwärmen damit. Bei *Broussonetia* und *Lippia* ist der Celluloseschlauch überall ziemlich gleich dick, bei *Pyrus* und *Camellia* ähnlich wie bei *Platanus* unterseitig stark verdickt und mit Porencanälen versehen, welche bei *Pyrus* enge und bei *Camellia* sehr weit sind. Überall lässt sich das Lignin mit Xylophilin und Phenolsalzsäure in der Celluloselamelle nachweisen. Während aber bei *Pyrus communis* Suberin- und Mittellamelle ähnlich wie bei *Populus pyramidalis* und *Platanus orientalis* ohne Präparation als solche erkennbar sind, ist dieses bei *Camellia* nicht der Fall.

Bei allen übrigen Korken, welche ich untersucht habe, ist der Celluloseschlauch ohne besondere mikrochemische Vorkehrungen nicht als besondere Lamelle sichtbar und überhaupt der ganze Bau der Wand nicht mehr so klar vor Augen liegend, indem dieselbe meist ganz homogen ist und nur selten Andeutungen der Mittellamelle zeigt. Nichtsdestoweniger lässt sich zeigen, dass der bei *Populus* und *Platanus* ohne Weiteres erkennbare Bau der Wand aus fünf Lamellen auch hier fast überall ebensogut stattfindet, wie bei den genannten beiden.

Zunächst ist sicher, dass bei keinem der nun zu betrachtenden Korke eine aus reiner Cellulose bestehende Lamelle vorkömmt, und daher alle vorhandenen Schichten mehr oder minder stark verholzt oder verkorkt sein müssen. Auf der Stärke dieser Verholzung oder Verkorkung, sowie der Dicke der einzelnen Lamellen, nicht nur der relativen, sondern auch der absoluten, beruhen nun die Unterschiede zwischen den verschiedenen Korken. In diesen Beziehungen finden alle möglichen Abstufungen statt. Von solchen mit sehr dickem Celluloseschlauch, dessen Massen manchmal das Lumen fast verschwinden machen, bis zu andern, wo derselbe eben noch oder gar nicht mehr nachzuweisen ist; von

solchen, welche sehr schwach verkorkt sind, d. h. nur eine sehr dünne Suberinlamelle aufweisen, bis zu solchen, wo die Suberinlamelle die übrigen fast vollständig verdrängt u. s. w. Gewöhnlich stehen die Dicke der Mittellamelle und des Celluloseschlauches und die Stärke der Verkorkung im umgekehrten Verhältnisse zu einander; je stärker diese, desto geringer jene.

Cestrum foetidissimum besitzt einen ganz dünnwandigen Kork, welcher in der obersten Rindenzellreihe entsteht. Von einer Structur ist in der dünnen Wandung nichts zu sehen, sie erscheint vollkommen homogen, und scheinbar aus einem einzigen Stoffe bestehend. Nichtsdestoweniger besteht sie aus den fünf obigen Lamellen. Erwärmt man nämlich einen dünnen Schnitt zuerst schwach mit Schulze'schem Gemische und versetzt ihn dann mit concentrirter Kalilauge in der Kälte (oder erwärmt man den Schnitt sofort mit solcher), so erfolgt die Spaltng in jene fünf Lamellen. Dieses geschieht dadurch, dass in der Kalilauge die beiden Suberinlamellen, welche die Mittellamelle einschliessen, zunächst quellen, und dann in die schon geschilderte gelbe, gestrichelte Masse verwandelt werden, wodurch die Celluloselamellen getrennt und abgehoben werden; ist diese Operation gut gelungen, so sieht man überall die Mittellamelle, welche ein einfaches Netzwerk bildet, dessen Maschen je einen Celluloseschlauch locker umschliessen, während die schmalen Zwischenräume zwischen beiden durch die körnige Masse ausgefüllt sind, die aus der Suberinlamelle entstanden ist. Woraus diese gelbe Masse besteht, habe ich in diesem speciellen Falle, sowie in vielen andern nicht studirt, und werde ich mit völliger Klarheit in jenen Fällen zeigen, wo ich dies gethan habe. Wäscht man mit Wasser Kalilauge und körnige Massen weg, und behandelt mit Chlorzinkjod, so sieht man die blauen Celluloseschläuche in dem braunen Netze der Mittellamelle. Behandelt man den Schnitt nun mit Schulze'schem Gemische in schwacher Wärme, so gelingt es nachträglich auch in dem Netze der Mittellamelle die Blaufärbung hervorzurufen, und so ein Präparat zu erhalten, das aus den Celluloseresten von Celluloseschlauch und Mittellamelle besteht; jener ist schwach, diese stark verholzt, während die Suberinlamelle verkorkt ist, und wie noch klar werden wird, auch noch Cellulose enthält.

Ein anderes Beispiel bietet *Pelargonium zonale*, dessen Kork aus sehr grossen bis $^1/_6$ Millimeter langen, farblosen Zellen besteht, die ganz dünnwandig und leer sind. Er ist wenig oder gar nicht durch Zusammenpressung verunstaltet und auch aus diesem Grunde ein gutes Object. Nach schwacher und kurzer Erwärmung sehr dünner Schnitte mit Kalilauge unter dem Deckglase zeigt die ursprünglich ganz dünne und homogene Wandung ein Bild, wie Fig. 4, welches wieder die Zusammensetzung derselben aus fünf Lamellen nachweist. Man sieht die dünne Mittellamelle (*m*), die aus der Suberinlamelle entstandene körnige Masse (*s*), welche den dünnen Celluloseschlauch (*c*) nach innen abgehoben hat. Ist der Schnitt nicht genügend oder die Erwärmung zu stark gewesen, so ist das Reactionsbild schwieriger zu verstehen, weil dann die körnigen Massen aus dem Orte ihres Entstehens heraus- und in das Innere der Zellen eintreten, und so das Bild ganz unklar machen. Jene Massen sind so voluminös, dass, wenn man die Entstehung derselben nicht genau verfolgen könnte, man an ihrer Abstammung von der Suberinlamelle, welche ausserordentlich dünn ist, zweifeln müsste. Will man die Entstehung derselben mit völliger Sicherheit verfolgen, so braucht man nur zuerst mit etwas Schulze'schem Gemische zu erwärmen und dann mit kalter Kalilauge zu behandeln. Sie entsteht dann in geringerer Quantität und bleibt an Ort und Stelle liegen, da die kalte Kalilauge weniger heftig wirkt. Der Celluloseschlauch zeigt unmittelbar nach der Kalieinwirkung in der Wärme Cellulosereaction, während dies die Mittellamelle erst nach nachträglicher Behandlung mit Schulze'schem Gemische thut. Erstere ist schwach, letztere stark verholzt.

In ganz ähnlicher Weise kann man die mehr minder homogen scheinende Membran mit geringer Mühe in ihre Lamellen bei den allermeisten der übrigen Korke zerlegen. Einige günstige Beispiele sind *Dracaena Draco* und *umbraculifera*, *Solanum tuberosum*, *Gingko biloba*, *Cytisus Laburnum*, *Virgilia lutea*, *Gymnocladus canadensis*, *Rhamnus cathartica*, *Ulmus effusa*, *Aristolochia Sipho*, *Acer campestre*, *Pyrus Malus*, *Corylus Avellana*, *Quercus pedunculata*, *Fuchsia*, *Prunus*, *Acer Negundo* etc.

Man findet auf diese Weise, dass z. B. *Dracaena* einen sehr dicken Celluloseschlauch, der ziemlich stark verholzt ist, besitzt,

und nach der Quellung in Kalilauge geschichtet erscheint, während die Suberinmassen nur sehr gering ausfallen, und die Mittellamelle dünn ist. Die dünne Wandung der Korkzellen von *Solanum tuberosum* besitzen einen schwach verholzten Celluloseschlauch und eine sehr dünne, stark verholzte Mittellamelle, sowie eine relativ dicke Suberinlamelle. Die dickwandigen Lagen im Korke von *Gymnocladus canadensis* bilden ein sehr günstiges Object. Bei sehr schwachem Erwärmen mit Kalilauge bleibt die ochergelbe Suberinmasse am Orte ihrer Entstehung liegen, und man sieht nun, namentlich an den tangentialen Wandungen, wo die Mittellamelle viel dicker ist, die fünf Lamellen. Aber schon nach genügender Einwirkung von Kali in der Kälte werden alle fünf Lamellen sichtbar und färbt sich die ganz hyalin erscheinende Celluloselamelle mit Chlorzinkjod sofort blau. Auch *Rhamnus cathartica* hat einen geschichteten Kork. In der angegebenen Weise überzeugt man sich auch hier leicht von dem Vorhandensein von fünf Lamellen, sowie von der fast einzig dastehenden Eigenthümlichkeit dieses Korkes, dass die Celluloselamelle in ihrer Dicke ausserordentlich schwankt; sie kann ganz dünn und sehr dick sein, namentlich innenseitig. Bei *Acer Negundo* kommt etwas Ähnliches vor. Hier ist die ochergelbe Färbung mit Kalilauge besonders auffällig, welche sie besonders nach Erwärmen mit Schulze'schem Gemische fast momentan annimmt.

In dieser Weise zeigt jeder der angeführten Korke seine Eigenheiten, alle stimmen aber im Baue aus fünf Lamellen überein.

Aber auch bei jenen Korken, wo, wie bereits auseinandergesetzt, die Celluloselamelle als solche ohne Weiteres nach aussen deutlich abgegrenzt ist, wo aber wie bei *Camellia japonica*, *Strychnos innocua*, *Boswellia papyrifera*, *Viburnum prunifolium*, *Lippia citriodora* und *Broussonetia papyrifera* Mittel- und Suberinlamelle nicht von einander sofort unterschieden werden können, kann man sich durch Kalilauge von der Zusammensetzung der mittleren Lamelle jeder Wand aus zwei Suberin- und der Mittellamelle leicht überzeugen.

An die bisher genannten Korke, bei welchen der innere Celluloseschlauch entweder schon ganz ohne weitere Vorbereitung sichtbar ist, oder überhaupt leicht sichtbar gemacht werden kann, schliessen sich andere an, wo letzteres ebenso der Fall ist, der-

selbe aber ziemlich dünn ist, und desshalb mehr weniger leicht übersehen werden kann. Hieher gehören z. B. ***Quercus Suber***, ***Lycium barbarum***, ***Betula alba*** u. a. Von diesen hat ***Quercus Suber*** den stärksten, und ***Betula*** den dünnsten Celluloseschlauch.

Schwierig wird der Nachweis der Celluloselamelle bei solchen Korken, wo dieselbe, und mit ihr gewöhnlich auch die Mittellamelle sehr dünn werden, und daher fast die ganze Masse der Wandungen von der Suberinlamelle eingenommen wird. So z. B. bei ***Fagus silvatica*** und den Salixarten (*purpurea*, *fragilis*, *rubra*). Aber auch hier gelingt der sichere Nachweis, da, wenn auch die Celluloselamelle sehr dünn ist, sie doch noch als ganz besondere verholzte Schichte existirt, und nach ihrer Isolirung mit Chlorzinkjod sichtbar gemacht werden kann. Da die Fälle schwieriger sind, so will ich sie etwas näher schildern.

Dünne Querschnitte durch den Buchenkork zeigen meist eine ganz homogene Membran von ziemlicher Dicke; und hie und da sieht man die Mittellamelle als sehr zarte Linien angedeutet. Die drei Holzstoffreagentien zeigen keine Spur von Verholzungen. Jedenfalls sind Mittellamelle und Celluloseschlauch viel zu dünn, um im Querschnitte reagiren zu können. Setzt man Chlorzinkjod hinzu, so wird die Mittellamelle etwas deutlicher und brauner; die ganze übrige Membran erscheint dann kaum gelblich gefärbt, mit Ausnahme einer braunen sehr schmalen Schichte, welche indess nur an dickeren Stellen des Schnittes hervortritt, und von der es daher zweifelhaft sein kann, ob sie nicht auf optischer Täuschung beruht. Deutlicher wird dieses alles, wenn man den Schnitt vorher mit S c h u l z e'schem Gemische durch kurze Zeit in der Kälte behandelt. Beim Versetzen mit Kalilauge wird der Schnitt zunächst gelb, welche Färbung beim Erwärmen stärker wird, während die Wände die schon mehrfach erwähnte gekörnelte Structur annehmen. So bald dieses geschehen, ist von der Mittellamelle nichts mehr zu sehen; wäscht man nun mit Wasser aus und versetzt mit Chlorzinkjod, so färbt sich die körnige Masse braungelb und man sieht in ihr eingebettet in Reihen, welche den früheren Lumina entsprechen, längliche Celluloseschläuche liegen, von dunkelblau-violetter Färbung. Da aber die Verkorkung sehr stark ist, so sind die meisten dieser Celluloseschläuche von der gelbbraunen Masse überdeckt und erscheinen so von dunkelbrauner

Färbung, nur wo ein solcher zufällig frei liegt, erkennt man seine intensive Blaufärbung. Das Schwierige bei diesem Nachweise liegt in der Kleinheit des Objectes und in dem Errathen der richtigen Einwirkungsdauer der Kalilauge. Bei etwas zu starker Einwirkung schmilzt gleichsam das Ganze zu unregelmässigen Ballen zusammen, an welchen nichts mehr zu sehen ist. War die Kaliwirkung zu schwach, so ist von der Cellulosereaction nichts zu sehen. Der Celluloseschlauch, den man auf die angegebene Weise erhält, erscheint nicht structurlos, sondern schräge getüpfelt, gleichsam corrodirt. Bei den jüngsten Korkzellen erscheint er am dicksten, die älteren, welche schon länger den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt gewesen, haben einen ungemein dünnen.

Salix purpurea (Fig. 24) hat an den Zweigen einen noch stärker verkorkten Kork. Derselbe ist wie auch bei den übrigen untersuchten Weidenarten nur zwei- bis vierlagig. Aussen- und Seitenwandungen desselben sind sehr dünn, während die Innenwandung sehr dick und ungemein stark verkorkt ist; stärker als irgend eine andere Korkmembran, wie später noch klar werden wird. Es entsteht hier der Kork in der Epidermis. Die äusserste Korklage wird daher von der Aussenhälfte der Epidermiszellen gebildet, deren Innenwandung sich stark verdickt und verkorkt. Diese Lage besitzt den ursprünglichen Cellulosegehalt der Epidermiszellen und ist daher cellulosereich; hingegen sind die inneren Korkzelllagen ausserordentlich cellulosearm. Erwärmt man einen Querschnitt durch die Rinde von *Salix purpurea* mit Kalilauge unter Deckglas bis zum Momente, wo die Flüssigkeit zu sieden beginnt, so findet man, dass alles Gewebe mit Ausnahme des Korkes ganz hyalin und durchsichtig geworden ist. Dieser hingegen ist dunkelgelb geworden und hat jene eigenthümliche, gestrichelt-gekörnelte Structur erlangt; hie und da bemerkt man in den dicken tangentialen Wänden desselben Tropfen ausgeschieden, welche in der Aussenwandung der ehemaligen Epidermiszellen, die sonst die gleiche Structur zeigt, viel häufiger sind und namentlich die dicke Cuticula blasig auftreiben. Alle Korkwände erscheinen zugleich gequollen. Hat man die Erwärmung auch nur einen Moment weiter getrieben, so ist von dem ganzen Korke nichts mehr zu sehen; es ist derselbe gewissermassen zusammengeschmolzen zu einem Haufwerke von dicken,

gelben, gekörnelten Ballen, welche theils frei im Reagens herumschwimmen, theils dem Schnitte anhängen. Wäscht man nun die Kalilauge mit Wasser weg und behandelt mit Chlorzinkjod, so sieht man den Celluloseschlauch jeder Korkzelle, welcher womöglich noch dünner wie bei *Fagus* ist. Während sich dieser violett färbt, nehmen die durch die Waschoperation viel heller gelb gewordenen Suberinlamellen, eine dunkelgelbe Färbung an. Auch die Mittellamelle ist hier schwächer noch als bei *Fagus* entwickelt; ich werde später über sie referiren.

An diese beiden Fälle schliessen sich in continuirlicher Abstufung die Coniferenkorke an, welche fast sämmtlich sehr dünnwandig, und stark verkorkt sind. Man kann dieselben in drei Gruppen theilen; in solche, wo sich noch ein Celluloseschlauch nachweisen lässt, der entweder mässig dick *(Gingko biloba)* oder sehr dünn ist *(Cedrus Libani, Taxus baccata)*, solche, bei welchen der Celluloseschlauch zweifelhaft, das heisst, nur in einzelnen Zellen bestimmt nachzuweisen ist, in anderen wieder bestimmt nicht zu sehen ist *(Pinus sylvestris, Abies pectinata)* und endlich solche, wo ich mit aller Mühe keinen Celluloseschlauch finden konnte *(Larix europaea, Taxodium distichum, Juniperus communis, Pinus Strobus, Araucaria excelsa)*. *Gingko biloba* habe ich bereits früher erwähnt, er gehört zu den leichten Objecten. Alle bisher dargestellten Cellulosereste der Celluloselamellen zeigten mit Chlorzinkjod eine dunkelblaue oder blauviolette Färbung, selbst wenn sie noch so dünn waren. Dieses ist bei den nun zu schildernden nicht mehr der Fall. Im höchsten Falle *(Taxus baccata)* erhält man eine starke röthlich-violette Färbung; bei *Cedrus Libani* ist der Celluloseschlauch nur schwach röthlich-violett gefärbt, ebenso bei den in einem Theile der Korkzellen nachweisbaren Celluloseschläuchen von *Abies pectinata*. Auch bei *Pinus Strobus* scheint in einzelnen Zellen ein kaum sich färbender Celluloseschlauch vorhanden zu sein. Jedenfalls bildet dieser letztere Kork den Übergang zu jenen, wo ein solcher überhaupt nicht nachgewiesen werden kann. Bei diesen wenigen, ganz dünnwandigen Coniferenkorken ist daher das Fünf-Lamellenschema nicht anzuwenden; sie bilden aber auch die einzigen Ausnahmen und sind wie noch später klarer werden wird, das Resultat einer noch weiter vorgeschrittenen Verkorkung.

Wendet man bei *Taxus baccata* die Kalireaction an, so sieht man, wie gewöhnlich, die sehr dünne Wandung in drei Lamellen zerfallen, welche durch Schichten feinkörniger, gelblicher Massen von einander geschieden werden. Die beiden Celluloseschläuche sind aber weniger consistent als gewöhnlich und ihre äusseren Contouren etwas verwischt. Sie färben sich mit Chlorzinkjod sofort roth-violett, welche Färbung bei längerer Einwirkung stärker wird.

Um dieses Alles bei *Cedrus Libani* sehen zu können, muss man zuerst durch kurze Einwirkung von Chromsäure den rothbraunen Phlobapheninhalt der dünnwandigen Korkzellen herauslösen, ohne zugleich die Mittellamelle zu zerstören, da sonst das Gewebe auseinanderfällt. Erwärmt man dann mit Kalilauge, so sieht man, dass eine innerste Wandschichte widerstandsfähiger ist, und durch die quellende äussere in Form einer gelblichen Lamelle abgehoben wird (Celluloselamelle), welche indessen gegen die Suberinlamelle noch weniger scharf abgegrenzt ist als bei *Taxus baccata.* Die eigenthümliche Quellung, welche sie zeigt, sowie der Umstand, dass sie sich nur schwach röthlich-violett färbt, gerade so, wie ich dies später für verkorkte, aber cellulosehaltige Membranen zeigen werde, deutet einen Suberingehalt an. Dies wird noch wahrscheinlicher, wenn man den Fall von *Araucaria excelsa* betrachtet, wo mit Kali genau derselbe Process vorgeht, sich aber die nach innen abgehobene, noch weniger einer gewöhnlichen Celluloselamelle ähnliche Membranschichte mit Chlorzinkjod kaum merklich gelblich, nie aber, selbst nach mehrtägiger Einwirkung des Reagens nicht, röthlich - violett färbte.

Bei *Araucaria excelsa* fehlt daher der Celluloseschlauch. Es ist hier aber die innere Hälfte der Suberinlamelle etwas widerstandsfähiger als die äussere; wenn diese bereits gelöst ist, zeigt sich die andere noch als zusammenhängende Membran, welche selbstverständlich durch Lösung der äusseren abgehoben werden muss; durch wenig stärkere Einwirkung der Kalilauge wird auch die innere Partie gelöst. Es ist sicher, dass die Ursache der grösseren Widerstandsfähigkeit dieser Partie der Suberinlamelle in einem geringen Cellulosegehalt derselben besteht, welcher grösser sein muss, als in der äusseren; dass das Kalipräparat keine Cellulosereaction erkennen liess, ist nicht

beweisend, da ich noch zeigen werde, dass in der Suberinlamelle von *Araucaria excelsa* in der That Cellulose vorkommt.

Um mit dem Korke von *Abies pectinata* reagiren zu können, muss man ebenfalls zuerst den braunen Inhalt der Zellen durch kurze Einwirkung von Chromsäure herauslösen. Die Kalireaction zeigt dann nur in einzelnen, namentlich nach aussen gelegenen Zellen einen dünnen Celluloseschlauch, der sich nur schwach röthlich-violett färbt; in anderen sieht man einen farblos bleibenden Schlauch, wie bei *Araucaria*. Bei *Pinus sylvestris* gelang es mir nur in den Korkzellen älterer Borkenschuppen einen Celluloseschlauch nachzuweisen. Bei jüngeren nicht. In der Mehrzahl der Korkzellen aber quillt die Suberinlamelle in ihrer ganzen Dicke gleichmässig an, erhält die körnige, gelatinöse Beschaffenheit, ohne dass irgend welche innere dichtere Lamelle zum Vorscheine käme. Hier fehlt daher die Celluloselamelle, ohne dass aber der Kork cellulosefrei ist, wie ich beweisen werde.

Dieses Letztere findet nun bei den meisten untersuchten Coniferen-Korken statt. *(Larix europaea, Taxodium distichum, Juniperus communis, Abies excelsa).* Lässt man auf diese Korke, welche sämmtlich sehr dünnwandig sind, concentrirte Kalilauge bei schwacher Erwärmung einwirken, so quillt die Membran und lässt nach Eintreten der eigenthümlichen körnigen Beschaffenheit der Suberinlamellen, drei Schichten erkennen; die homogene, dünne Mittellamelle, an welche sich jederseits die Reactionsmassen der Suberinlamellen anschliessen. Diese gelben Massen, deren Natur alsbald aufgeklärt werden wird, sind bei den Coniferen sehr feinkörnig und etwas consistenter, ferner gegen das Waschwasser etwas widerstandsfähiger, als bei den meisten übrigen Korken.

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, dass man alle Korke bezüglich ihres Celluloseschlauches, d. h. der innersten Lamelle ihrer Wandung, in eine Reihe ordnen kann, welche mit Korken beginnt, die eine sehr mächtige, aus reiner Cellulose bestehende Celluloselamelle besitzen, und mit solchen Korken schliesst, welche der Celluloselamelle gänzlich entbehren. Während die Wandung aller übrigen Korke aus fünf Lamellen besteht, haben diese deren nur drei. Die Zwischenglieder jener Reihe werden von Korken

gebildet, deren Celluloseschlauch mehr weniger stark verholzt ist, oder sogar zum Theile wenigstens verkorkt, und dabei von sehr verschiedener Dicke sein kann. Einige Typen dieser Reihe sind in ihrer natürlichen Ordnung aufgezählt folgende: *Populus pyramidalis* (dicker, aus reiner Cellulose bestehender Celluloseschlauch); *Catalpa syringaefolia* (dünner, aus reiner Cellulose bestehender Celluloseschlauch); *Boswellia papyrifera* (Celluloseschlauch manchmal reine Cellulose, meist sehr schwach verholzt); *Platanus orientalis* (Celluloseschlauch, sehr schwach verholzt, sehr dick); *Pyrus communis* (ebenso dick, stärker verholzt); *Broussonetia papyrifera* (dünner, stark verholzt); *Solanum tuberosum* (noch dünner, verholzt); *Quercus Suber* (sehr dünn, stark verholzt), *Betula alba*, *Fagus silvatica*, *Salix purpurea* (Celluloseschlauch nicht leicht nachzuweisen, sehr dünn); *Abies pectinata* (derselbe fehlt hie und da); *Araucaria excelsa* (fehlt, aber es wird nach innen eine sich licht-gelblich färbende Membran abgehoben, letzte Andeutung); *Larix europaea* (fehlt, Suberinlamelle gleichmässig quellend).

Wo ein Celluloseschlauch vorhanden war, geschah die Abhebung desselben, wo eine solche zur Sichtbarmachung überhaupt nothwendig war, durch eine eigenthümliche Quellung und Auflösung einer anderen Lamelle, die an die Celluloselamelle unmittelbar nach aussen anschliesst, und welche ich als Suberinlamelle bezeichnet habe. Aber auch dort, wo der Celluloseschlauch fehlt, zeigte sich eine Lamelle mit ganz denselben Eigenschaften. Mit dieser Suberinlamelle will ich mich nun beschäftigen, und zwar zunächst etwas ausführlicher bei *Quercus Suber*.

Erwärmt man einen dünnen Querschnitt vom Bouteillenkork unter dem Deckglase mit concentrirter Kalilauge, so bemerkt man erst ein intensives Gelbwerden desselben; dann sieht man, wie die Zellwände etwas anquellen und zugleich jene charakteristische körnige, gestrichelte Beschaffenheit annehmen, die ich schon mehrfach erwähnt habe. In diesem Zustande ist die Mittellamelle deutlich zu sehen; sie ist vollkommen glatt, und jene gelben Massen stammen von einer an sie unmittelbar angrenzenden Schichte, der Suberinlamelle her. An manchen, besonders dünnen Stellen erkennt man eine unregelmässige, aber entschiedene

Schichtung jener gelben Massen, die Schichten laufen der Mittellamelle parallel; meistens jedoch sind die dichteren, linienförmigen Partien und die Körnchen, welche bei paralleler Lagerung die Schichtung bedingen, mehr weniger unregelmässig in einer gelben, homogenen Masse eingebettet. Bei weiterem Erwärmen schwellen die Wandungen ganz unregelmässig an; an manchen Stellen fast gar nicht, an anderen, sich halbkugelig vorwölbend und die nun auch sichtbare Celluloselamelle nach innen einstülpend. Kommt es nun zum Kochen, so treten die gelben Massen, die bislang, zum grössten Theile wenigstens, zwischen Mittellamelle und Celluloseschlauch eingelagert waren, heraus, gelangen in das Innere der Zelle, oder aus dem Schnitte ganz heraus, in Form von rundlichen oder unregelmässigen Ballen, welche scharf umgrenzt in dem Reagens herumschwimmen. Jeder dieser Ballen ist von einer meist gefalteten Membran umgeben. Kocht man weiter, so wird die Ballenbildung ganz allgemein, fast die ganze Masse tritt heraus und der Schnitt zeigt nun ein starres, aber zartes Netz (Mittellamelle), dessen Maschen je einen zerknitterten, zarten Schlauch umschliessen. (Celluloselamelle.) Hie und da befinden sich zugleich noch gelbe Ballen im Schnitte. Wäscht man nun mit Wasser aus, so verschwindet plötzlich die gelbe Färbung, und die gelben Massen werden mit Rücklassung ihrer Hüllen, die farblos sind, gelöst. Auch die dichteren Körnchen werden mechanisch zum grössten Theile fortgeführt. Chlorzinkjod färbt nun das Netz der Mittellamelle bräunlich, Celluloseschläuche schmutzig-violett, und die Hüllen der Ballen zunächst fast gar nicht, oder mit einem schwachen schmutzig-gelben Ton. Lässt man aber das Chlorzinkjod 24—48 Stunden lang einwirken, so zeigen diese Ballenhüllen Cellulosereaction, welche fast so schön ist, wie die des Celluloseschlauches. Da nun diese Hüllen, sammt ihrem Inhalte aus der Suberinlamelle entstehen, so ist es sicher, dass diese cellulosehaltig ist. Auf die übrigen festeren Theilchen, die Strichelchen und Körnchen, welche ebenfalls aus der Suberinlamelle entstehen, zu reagiren, ist nicht leicht möglich, da sie in der concentrirten Kalilauge liegen und man diese nicht wegnehmen kann, ohne jene mechanisch mitzunehmen. Sie stimmen jedoch in ihrem sonstigen, namentlich optischen

Verhalten so ganz mit den Hüllhäuten überein, dass an der gleichen Natur derselben nicht zu zweifeln ist. Überdies findet man kleine Membranfetzen, welche alle Übergänge zu den Strichelchen bilden, welch' letztere selbst wieder den Übergang zu den dichteren, körnchenartigen Theilchen bilden. Es sind alle diese Bildungen nichts anderes als Zerstörungsproducte der Cellulosegrundlage der Suberinlamelle, entstanden durch das in der warmen Kalilauge mit grosser Vehemenz quellende Suberin. Es ist aber klar, dass, wenn das Suberin mit der Cellulose vollkommen gleich gemengt die Suberinlamelle bilden würde, so dass an jedem beliebigen Punkte dieser das Suberin in derselben relativen Menge vorkommen würde, es bei der Quellung des Suberins in keiner Weise zur Bildung von Celluloselamellen kommen könnte, wie dies hier thatsächlich der Fall ist (Hüllhäute). Es wird daher die Cellulose in der Suberinlamelle schichtenweise dichter eingelagert sein müssen, daher also suberinreiche mit suberinarmen Schichten wechseln. Der Unterschied dieser Lamellen im Suberingehalt muss sehr gross sein; indem eine suberinreiche Lamelle quillt, zerreisst sie zunächst ihre Cellulose-Basis zu Körnchen und Strichelchen und stülpt die angrenzende cellulosereiche Lamelle ein, dieselbe zugleich herausreissend und zu einer Hüllhaut umgestaltend. Auf diese Weise erklärt sich die eigenthümliche Kalireaction. Es ist klar, dass zu diesem Vorgange eine einzige cellulosereiche Lamelle genügt, welche von zwei suberinreichen eingeschlossen ist. Dass dies die richtige Erklärung ist, geht aus Folgendem hervor. Lässt man Chromsäure nur durch einige Stunden auf einen dünnen Querschnitt einwirken, so werden Mittellamelle und Celluloseschlauch gelöst, und es bleiben die Suberinlamellen zurück, welche sich mit Chlorzinkjod gelb bis braun färben. Dass die Mittellamelle gelöst wird, ersieht man unmittelbar aus der Trennung der Korkzellen von einander; die Lösung des Celluloseschlauches, welcher aus verholzter Cellulose besteht, kann man zwar nicht directe sehen, sie ist aber aus dem Umstande zu erschliessen, dass sich die zurückbleibenden Schläuche gegen Kali ihrer ganzen Dicke nach ganz so wie die Suberinlamelle verhalten, d. h. keine Schichte nach innen absondern. Lässt man aber die Chromsäure 40—48 Stunden einwirken, so färben sich die

nun noch immer zurückbleibenden Schläuche schön und rein roth-violett mit Chlorzinkjod, zum Beweise des Cellulosegehaltes der Suberinlamelle. Behandelt man sie mit kalter Kalilauge, so quellen sie etwas an, das Suberin wird herausgelöst und tritt Körnchenbildung ein, während die dickeren von ihnen einen geschichteten Bau annehmen.

Den Beweis, dass auch jene Körnchen und Strichelchen von Cellulosepartikelchen herrühren, kann man in der Weise liefern, dass man dünne Querschnitte in kalter concentrirter Kalilauge einige Tage macerirt. Nach drei Tagen fand ich den Celluloseschlauch durch Quellung und theilweise Auflösung des Suberins abgehoben. Von einer Ballenbildung war nichts zu sehen, dazu gehört eine starke und fast momentane Quellung des Suberins. Der Raum zwischen Celluloseschlauch und Mittellamelle zeigte sich theils durch Lamellen, theils durch Körnchen ausgefüllt, welche bei vorsichtigem Wegwaschen der Kalilauge an Ort und Stelle liegen blieben, und sich mit Chlorzinkjod violett bis rosa färbten, während die Mittellamelle eine braune, der Celluloseschlauch schmutzig-violette Färbung annahm.

Damit ist aber auch der Bau der Suberinlamelle völlig aufgeklärt.

Ich habe zu dieser Darstellung den Flaschenkork gewählt; trotzdem derselbe ein schwieriges und wenig instructives Object ist, wegen seines allgemeinen Interesses, das er durch andere ausgezeichnete Eigenschaften hat.

Fast alle übrigen, in dieser Beziehung genauer geprüften Korke sind günstiger. Das lehrreichste, und wirklich ein ausgezeichnetes Object für die Erkenntniss des Baues der Korkzellwand ist der Kork von *Cytisus Laburnum*. Wie Fig. 5 zeigt, ist dieser Kork sehr dickwandig, namentlich in der äusseren Hälfte der Zellen; diese Verdickung kommt fast ganz auf Rechnung der Suberinlamelle, indem Mittellamelle und Celluloseschlauch ganz dünn sind. Dabei zeigt die Suberinlamelle eine schöne Schichtung.

Mit Kalilauge tritt schon in der Kälte intensive Gelbfärbung auf, welche beim Erwärmen fast orange wird, und zugleich treten aus dem Schnitte grosse Quantitäten von körnigen, geballten Massen und losen Körnchen, die in gelatinöser Grundmasse

liegen, aus, so wie Mengen von herausgerissenen Membranfetzen. Der behutsam ausgewaschene Schnitt enthält noch immer zurückbleibende, körnige und von den Membranfetzen auch streifige Massen, welche sich mit Chlorzinkjod sofort schmutzig-violett färben, zum Beweise, dass auch hier Cellulose in der Suberinlamelle vorhanden ist. Nach längerer Einwirkung von Chlorzinkjod werden jene Massen rein roth-violett, und es zeigt sich, dass gerade die Körnchen und Lamellen es sind, welche diese Färbung annehmen. Besonders klar wird dies, wenn man dünne Tangentialschnitte nimmt, die möglichst weit nach aussen entnommen sind, wo der Einfluss der Atmosphärilien bereits lockernd auf die Wandung gewirkt hat. Da erhält man ganz reine Färbungen. Allen Zweifel an der Existenz von cellulosereichen Schichten in der Suberinlamelle lassen Präparate verschwinden, welche man erhält, wenn man kalte concentrirte Kalilauge auf sehr dünne Querschnitte mehrere Tage lang einwirken lässt. Nach fünftägiger Einwirkung zeigte sich die ganze Suberinlamelle dicht mit lauter gleichartigen kleinen Körnchen besetzt, nur Mittellamelle und Celluloseschlauch waren frei davon. Diese Körnchen bestehen, wie soeben gezeigt, aus Cellulose; wäscht man sie weg, so sieht man, wie Fig. 6 zeigt, zwischen Mittellamelle und Celluloseschlauch eine verschieden grosse Anzahl von dünneren Lamellen, welche durch oft breite Zwischenräume von einander gesondert sind. Jede dieser Lamellen bildet für sich einen geschlossenen Schlauch, und färbt sich mit Chlorzinkjod röthlich-violett. Offenbar waren die Zwischenräume zwischen diesen Lamellen von suberinreichen Lamellen eingenommen, welche die Cellulosekörnchen lieferten. Zu eben demselben Resultate gelangt man, wenn man zuerst durch 18 bis 20 Stunden mit concentrirter Chromsäurelösung mazerirt, und dann mit kalter Kalilauge behandelt. Durch erstere Operation werden Mittellamelle und Celluloseschlauch gelöst; die isolirten Suberinlamellen zerblättern sich beim Zusatze der Kalilauge in ihre Schichten, welche sich mit dem Cellulosereagens fast rein röthlich-violett färben; das Aufblättern geschieht durch die Quellung der suberinreichen Schichten; ich konnte bis sieben Schichten zählen; meist sind nur 2—4 deutlich, auch wechselt ihre Zahl mit der Stärke der Verdickung.

In ähnlicher Weise gelang es mir, bei einer Reihe von Korken den inneren Bau der Suberinlamelle, welcher. wie man sieht, ganz eigenartig ist, klar zu legen, und bei fast allen Korken Cellulose in der Suberinlamelle nachzuweisen.

Bei *Gymnocladus canadensis* blieben nach zweitägiger Einwirkung von Chromsäure Suberinschläuche zurück, welche sich mit Chlorzinkjod sehr schön violett färbten. Ebenso zeigen die körnigen (Kalireaktions-) Massen nach 24stündiger Einwirkung von Chlorzinkjod Cellulosereaction; dasselbe gilt von den hier spärlich entstehenden Membranhüllen der Ballen. Durch sechstägige Maceration mit Kalilauge in der Kälte wird das Suberin aus dem Schnitte fast ganz heraus gelöst und man erkennt nun mit Chlorzinkjod in der ehemaligen Suberinlamelle eine Celluloseschichte; dasselbe Resultat ergibt die Chromsäure-Kalireaction, indem die durch 16—20stündige Maceration isolirten Suberinlamellen in Kalilauge zwar quollen, aber sich nicht in Lamellen spalteten; nach dieser Behandlung zeigen sie Cellulosereaction. Es ist daher hier, wenigstens meistens nur eine einzige Celluloseschichte in jeder Suberinlamelle vorhanden. Dasselbe gilt für *Betula alba* für die dünnwandigen Zellen, während die dickwandigen mit Chromsäure und Kalilauge eine unregelmässige Schichtung erkennen lassen. Ein sehr klares Object ist *Virgilia lutea*; die Korkzellen haben dicke Aussen- und dünnere Innenwände; nach viertelstündiger Maceration in Chromsäure zeigen sie eine schöne Schichtung gerade so wie *Platanus orientalis* und *Cytisus Laburnum*. Nach 40stündiger aber zeigen die restirenden Suberinschläuche mit Chlorzinkjod eine sehr schöne violette Färbung. In Kali gebracht, lassen diese Schläuche ihre Zusammensetzung aus (Cellulose) Schichten erkennen. Aber schon kurzes und schwaches Erwärmen dünner Querschnitte in Kalilauge genügt zu diesem Nachweis. Wäscht man aus und setzt Chlorzinkjod hinzu, so färbt sich die nun deutlich, aber sehr unregelmässig geschichtete Suberinlamelle gelblich, welche Färbung aber nach 24—48 Stunden ganz rein rosa-violett wird.

Boswellia papyrifera verhält sich ähnlich wie *Gymnocladus canadensis*. Bei *Pyrus Malus* zeigten die durch 24stündige Chromsäure-Maceration isolirten Suberinlamellen, mit Chlorzinkjod eine blau-violette, intensive Färbung, was auf einen sehr

hohen Cellulosegehalt derselben hindeutet, nachdem die so isolirten Schläuche gewöhnlich nur schwache roth-violette oder Rosafärbungen zeigen. Mit Kalilauge behandelt, zeigten sie, wie Fig. 8 ausweist, sehr schöne und zahlreiche Celluloselamellen. Genau dasselbe bietet *Sorbus Aria*.

Sehr instructiv sind *Lycium barbarum* und *Corylus Avellana*, welche in der Suberinlamelle so viel Cellulose besitzen, dass sich die durch Erwärmen mit Kalilauge bildenden Hüllen um die reichlich entstehenden Ballen mit Chlorzinkjod sofort schön röthlich-violett färben, während in den anderen mir bekannten Fällen eine 24stündige Einwirkung dazu gehört. Dabei ist der Lyciumkork ungemein dünnwandig und bildet massenhaft solcher Ballen. Die durch Chromsäure isolirten Suberinschläuche quellen bei Lycium in Kalilauge auf, werden ganz hyalin, zeigen aber keine Lamellenbildung; es ist daher hier nur eine einzige cellulosereiche Lamelle vorhanden, aus der die Ballenhüllen entstehen. Bei Corylus hingegen, erkennt man unter denselben Umständen in der isolirten Suberinamelle eine wenig deutliche und regelmässige Schichtung. Hier erhielt ich ganz dasselbe Resultat durch 15tägige Maceration dünner Schnitte in Kalilauge. Dann zeigen die wenig regelmässigen Schichten der Suberinlamelle sehr schöne Cellulosereaction.

Bei *Populus pyramidalis*, wo man, wie erwähnt, alle fünf Lamellen sofort am Querschnitte sieht, kann man daher auch die Auflösung von Mittellamelle und Celluloseschlauch directe verfolgen. Mit Kali zeigen die allein zurückbleibenden Suberinlamellen, die sich mit Chlorzinkjod röthlich-violett färben, eine schöne und regelmässige Zusammensetzung aus bis 5 und 7 Lamellen bei den dickeren derselben. Ganz ähnlich verhält sich *Platanus orientalis*, wo man dessgleichen die Gliederung der Korkzellwandung in fünf Lamellen sehen kann (siehe Fig. 2); auch hier lösen sich Celluloseschlauch und Mittellamelle unter den Augen des Beobachters in Chromsäure auf; die restirenden Suberinlamellen sind ziemlich dickwandig, namentlich oberseitig, und ganz scharf contourirt; in Kalilauge quellen sie stark an und zerfallen in 3—7 und mehr isolirte und ineinandergeschachtelte Lamellen (Fig. 9), welche der Hauptsache nach aus Cellulose bestehen. Häufig lösen sich einzelne dieser Lamellen ganz ab, zum Beweise,

dass sie völlig getrennt von einander verlaufen. Dasselbe Resultat ergab die viertägige Maceration dünner Querschnitte in kalter, concentrirter Kalilauge; es zeigte dann die Suberinlamelle eine sehr feine und dichte Körnelung und nach dem Auswaschen, die nun sichtbar gewordenen regelmässigen Schichten mit Chlorzinkjod sehr schön rosa-violett gefärbt.

Auch bei *Fagus* gelang mir derselbe Nachweis mit Chromsäure und Kali. Bei *Castanea vesca* fand ich nach achttägiger Maceration in kalter Kalilauge ebenfalls Schichtung der Suberinlamelle, welche indess nur bei den äusseren, älteren Zellen deutlich war und wie die Reaction lehrte, ebenfalls von Cellulose herrührte.

Aus dem bisher über die Suberinlamelle Gesagten geht hervor, dass in der Suberinlamelle, trotzdem sich dieselbe mit Chlorzinkjod unmittelbar meist nur schwach gelblich färbt, dennoch Cellulose enthalten ist, und wenigstens bei einem Theile der Korke die Suberinlamelle aus abwechselnden cellulosereichen und cellulosearmen Schichten besteht. Es ist ferner sicher, dass die eigenthümliche, körnig-gestrichelte Structur, ferner die Membranhüllen der bei der Kalireaction entstehenden gelben Massen von dem Cellulosegehalte der Suberinlamelle herrühren. Aus der Beschaffenheit der bei der Kalireaction entstehenden Massen kann man offenbar einen Rückschluss auf die Structur der Suberinlamelle machen, da ja jene aus dieser hervorgehen. Wo die entstehenden Ballen mit einer Membranhülle umgeben sind, muss in der Suberinlamelle wenigstens eine sehr cellulosereiche Schichte vorkommen. Der Mangel von Membranhüllen genügt indess zum Nachweise des Fehlens von cellulosereichen Schichten in der Suberinlamelle noch nicht, da zu ihrer Entstehung noch andere besondere Umstände nöthig sind. Wenn man daran festhält, dass auch die Körnchen in den Kalireactionsmassen wenigstens zum Theile von Cellulose herrühren, was zweifellos ganz allgemein richtig ist, so ist es sicher, dass es keinen Kork gibt, der nicht Cellulose in der Suberinlamelle enthielte, da alle untersuchten suberinhaltigen Gewebe jene körnigen Massen geben. Dabei ist es nicht nur möglich, sondern sogar sicher, dass auch verschiedene Theilchen des Suberins selbst gegen Kalilauge verschieden widerstandsfähig sind und daher dieses auch zu ähnlichen Bildungen Veranlassung geben kann. Schon der

Umstand, dass verschiedene Suberinlamellen sich gegen Kalilauge sehr verschieden bezüglich ihrer Widerstandsfähigkeit verhalten, beweist diese Möglichkeit. Selbst dann, wenn es nicht gelingt, die Körnchen durch Chlorzinkjod wenigstens rosa zu färben, was zum Nachweise ihres Cellulosegehaltes, wie ich noch zeigen werde, genügt, selbst dann ist es noch nicht erwiesen, dass sie nicht Cellulose enthalten, da sie nicht nur zugleich Suberin führen, welches gegen das Eindringen von Jod sehr widerstandsfähig ist, sondern auch durch die gemeinsame Wirkung von Kali und Suberin sehr gequollen sind und sich daher unter allen Umständen nur schwach färben können.

Abgesehen von der Widerstandsfähigkeit, sind auch die Reactionsbilder, welche man mit heisser Kalilauge erhält, bei verschiedenen Korken sehr verschieden von einander. In dem einen Falle erhält man nur feinkörnige Massen, in dem andern nur dickbehäutete Ballen mit oft fast homogenem Inhalte. Zwischen diesen beiden Extremen (*Pinus*-*Lycium*) findet man alle Übergänge. Diese Verschiedenheiten müssen ihre Ursache in einem verschiedenen Bau der Suberinlamelle haben, d. h. in einer verschiedenen Vertheilung und relativen Menge von Suberin und Cellulose. In dieser Beziehung sind zwei Extreme möglich, von welcher das eine jene Korke umfasst, bei welchen scharf abgegrenzte sehr cellulosereiche mit cellulosearmen Schichten abwechseln, und das andere, wo eine solche Schichtenbildung nicht vorhanden ist. Zwischenbildungen werden dann vorhanden sein, wenn eine solche nur angedeutet ist, durch geringe Ungleichmässigkeiten in der Vertheilung der Cellulose. Ich habe bisher nur Fälle ersterer Art kennen gelehrt, und will nun andere anführen, bei welchen es zweifellos ist, dass Suberin und Cellulose gleichmässig vertheilt sind. Hieher gehören namentlich jene Coniferen-Korke, bei welchen der Celluloseschlauch fehlt oder sehr dünn ist. Bei *Abies pectinata* erhält man mit heisser Kalilauge aus der Suberinlamelle eine gleichmässige, gelatinöse und feinkörnige Masse, welche der Mittellamelle zu beiden Seiten angelagert bleibt, und an dieser auch noch nach dem Wegnehmen der Kalilauge durch Wasser hängen bleibt. Sie färbt sich mit Chlorzinkjod nach längerer Einwirkung schön violett. Ebenso färben sich die mit Chromsäure erhaltenen Suberinschläuche

mit dem Cellulose-Reagens röthlich violett. Von einer Schichtung ist aber mit Kali nie etwas zu sehen, sondern tritt nur Quellung und eine eigenthümlich gestrichelte Structur ein. Aus diesen beiden Reactionen geht hervor, dass hier Cellulose in der Suberinlamelle zwar sehr reichlich, aber wenn auch nicht gleichmässig, so doch nicht in regelmässigen Schichten vertheilt verkömmt. Von Ballen mit Hüllen ist daher nie etwas zu sehen, während Lycium, wie erwähnt, fast nur solche bildet, und dabei viel dünnerwandig ist.

Ganz so wie *Abies pectinata* verhält sich *Larix europaea*, nur ist hier die Verkorkung noch weiter vorgeschritten, denn es lässt sich hier, wie bereits gesagt, kein Celluloseschlauch nachweisen und es zeigen die feinkörnigen Kalireactionsmassen keine Spur einer Cellulosereaction mehr, womit aufs beste übereinstimmt, dass die mit Chromsäure isolirten Suberinschläuche nur sehr geringe Mengen von Cellulose erkennen lassen. Auch *Pinus Strobus* und *sylvestris*, *Taxus baccata*, *Taxodium distichum*, *Juniperus communis* und *Abies excelsa* geben mit Kalilauge ganz dieselbe Reaction wie *Abies pectinata* und lässt sich auch bei den meisten derselben die Cellulosenatur der feinen Körnchen darthun, dieses ist namentlich deutlich bei der Fichte.

Alle diese Korke sind sehr dünnwandig und daher um so mehr die Suberinlamelle dünn. Es ist aber klar, dass eine so dünne Schichte unmöglich eine wahrnehmbare, complicirte Zusammensetzung aus Lamellen zeigen kann. Eine solche wird man nur bei dickwandigen Korken suchen. In der That zeigten jene dünnwandigen Korke, welche eine Schichtenbildung in der Suberinlamelle aufweisen, immer nur eine einzige oder zwei Celluloseschichten (*Lycium*, *Quercus tuber*), und wo bei einem dickwandigen Korke einzelne Zellen dünnerwandig sind, zeigen diese immer weniger Lamellen.

Obwohl durch das bisher Auseinandergesetzte der Cellulosegehalt der Suberinlamelle sicher gestellt ist, so will ich doch noch einige Worte über diesen Punkt sagen. Ich habe an mehreren Beispielen gezeigt, dass durch kürzere oder längere Einwirkung von Chromsäure die Suberinlamelle blossgelegt und isolirt wird; eigentlich nicht bloss die Suberinlamelle, sondern überhaupt Alles, was Suberin enthält. Ich werde zeigen, dass auch die Mittel-

lamelle Suberin enthalten kann, und es ist mir sehr wahrscheinlich, dass manche Korke auch in der als Celluloseschlauch bezeichneten Membranlamelle Suberin führen. Doch darüber später; denn diese seltenen Fälle kommen hier noch nicht in Betracht.

Wo daher wie von Wiesner, Flückiger u. A. Cellulose mittelst Chromsäure und Chlorzinkjod nachgewiesen wurde, handelt es sich immer um die der Suberinlamelle. Es ist selbstverständlich und von mir für alle untersuchten Fälle constatirt, dass sich diese durch Chromsäure erhaltenen, Cellulosereaction aufweisenden Suberinschläuche in Kupferoxydammoniak (kurz: Cuoam.) nicht lösen können, und daher die gegentheiligen Angaben unrichtig sind. Da sich nun diese isolirten Suberinlamellen mit Chlorzinkjod immer nur schwach rosa, röthlich-violett, oder gelblich mit röthlich-violettem Stiche färben, und nur ganz ausnahmsweise (*Virgilia lutea*, *Pirus Malus*) schön violett oder blau-violett, und auch die Kalipräparate meist nur schwache Färbungen ergeben, erschien es mir nicht überflüssig, die Cellulosenatur des die Färbung bedingenden Stoffes mit Cuoam zu prüfen. In der That gelingt dies, da wie ich in allen geprüften Fällen constatiren konnte, die Cellulose-Grundlage der Suberinlamellen in Cuoam löslich ist. Ich habe diese Versuche bei mehreren Korken gemacht, beschränke mich aber auf die Betrachtung eines besonders eclatanten Falles, nämlich *Rhamnus cathartica*. Diese Pflanze besitzt einen Kork, der dadurch interessant ist, dass sich die einzelne Korkzelle, was die Stärke des Celluloseschlauches und der Verkorkung überhaupt betrifft, ausserordentlich verschieden verhält; ersterer kann ganz dünn und sehr mächtig sein, und lässt man Chromsäure durch 24 Stunden einwirken, so zeigen die restirenden sehr verschieden starken Suberinschläuche mit Chlorzinkjod alle Nuancen von Rosa bis Blau-violett, was die verschieden starke Verkorkung erweist. Lässt man auf sie, nach dem Auswaschen mit Wasser und Ammoniak, Cuoam durch 1—2 Stunden einwirken, wobei das entweichende Ammoniak zeitweise ersetzt werden muss, so zeigen die Schläuche nachträglich, nach Wegnahme des Cuoam durch Ammoniak und Wasser, mit Chlorzinkjod eine gelbe Färbung mit nur schwachem violettem Stich; aber auch diesen konnte ich durch Wiederholung derselben Operation entfernen.

Es geht aus diesem Versuche hervor, dass die Rosafärbung jedenfalls auch von Cellulose herrührt. Ich habe denselben auch noch bei *Fagus silvatica*, *Ulmus effusa*, *Betula alba*, *Abies pectinata*, *Pinus sylvestris* u. a. gemacht, immer mit dem nämlichen Ergebnisse. Nach 2—3, in manchen Fällen 5—6 Stunden Einwirkung von Cuoam auf die durch Chromsäure isolirten Suberinschläuche war zum Mindesten der grösste Theil der Cellulose herausgelöst. Ich habe wohl 30 Korke mit Chromsäure und Chlorzinkjod auf den Cellulosegehalt ihrer Suberinlamellen untersucht, und hiebei nur ein einziges gänzlich negatives Resultat erhalten. Daher man wohl ganz allgemein sagen kann, dass die Suberinlamelle in der Regel eine Cellulose-Grundlage besitzt, welche (immer?) in Cuoam löslich ist. In Folge der positiven Resultate mit Cuoam scheint es mir wahrscheinlich, dass auch die Cellulose des Celluloseschlauches in diesem Mittel löslich sein dürfte, doch habe ich mich des geringen Interesses wegen, das dieser Umstand bietet, nur bei *Solanum tuberosum*, *Betula alba*, *Boswellia papyrifera* und *Catalpa syringaefolia* davon überzeugt.

Wenn man von *Larix europaea* absieht, wo sich die durch 20stündige Einwirkung von Chromsäure isolirten Suberinschläuche mit Chlorzinkjod nur schwach ochergelb mit violettem Schimmer färbten, so sind es nur die Salixkorke (*Salix purpurea*, *fragilis*), welche in keiner Weise in der Suberinlamelle, welche hier innen eine ungewöhnliche relative und absolute Dicke besitzt, Cellulose erkennen lassen. Jene besitzt hier überhaupt eine ausnahmsweise grosse Widerstandsfähigkeit gegen kalte Kalilauge und gegen Chromsäure, so dass es mir mit ersterer überhaupt nicht gelang, die gekörnelte, gestrichelte Structur hervorzurufen, indem bei *Salix purpurea* selbst eine 15tägige Einwirkung scheinbar ganz wirkungslos war. Indessen ist ihre Widerstandsfähigkeit gewiss auch keine absolute, da die meisten der übrigen Korke Spuren der Einwirkung von concentrirter kalter Kalilauge erst am zweiten Tage, andere erst später erkennen lassen, also auch viele Stunden lang scheinbar ganz unafficirt in der Lauge liegen. Von ebenso geringer Wirkung ist die Chromsäure, welche selbst nach 10tägiger Einwirkung nicht im Stande ist, eine Cellulosereaction in der Suberinlamelle zu ermöglichen und selbst nach dieser langen Zeit scheinbar wirkungslos war. Nimmt man dazu,

dass hier auch Mittellamelle, und wahrscheinlich auch die Celluloselamelle zum Theil verkorkt sind, und dass dieser (Salix-) Kork in der Suberinlamelle reichliche Mengen von Wachs enthält, so kommt man zum Schlusse, dass in letzterer der Cellulosegehalt jedenfalls nur sehr gering sein kann. Auf einen solchen glaube ich indessen mit Sicherheit aus der Kalireaction schliessen zu können, welche wie gewöhnlich mit Bildung von Körnchen etc. verläuft.

Bevor ich zum nächsten Gegenstande, zur Besprechung des Verhaltens des Suberinschlauches gegen Salpetersäure übergehe, will ich noch einmal das gewöhnliche Verhalten des Suberinschlauches überhaupt und anknüpfend das abweichende von Callistemon und wahrscheinlich auch anderer Myrtaceen gegen Chromsäure kurz berühren.

Alle bisher betrachteten Suberinschläuche verhalten sich ihrer ganzen Dicke nach völlig gleichartig gegen Chromsäure; und zwar sind sie ungemein widerstandsfähig gegen dieselbe; sehr oft war schon die Rede von einer 20—40stündigen Einwirkung dieses kräftigen Reagens; allein ich habe mich davon überzeugt, dass ganz allgemein selbst eine mehrtägige Einwirkung einen dünnen Schnitt nicht völlig aufzulösen im Stande ist. In allen untersuchten Fällen sah ich selbst nach 4—6tägigem Liegen in Chromsäure unter Deckglas Reste des Korkgewebes, und bei *Abies pectinata* war dies selbst noch nach drei Wochen der Fall. Ich habe bereits erwähnt, dass schon nach kurzer Zeit, oft nur wenigen Minuten, Mittellamelle und Celluloseschlauch gelöst sind, und daher nach etwa einstündiger Einwirkung immer nur mehr die Suberinlamelle zurückbleibt. Diese erscheint anfänglich ganz scharf gezeichnet, wird aber immer dünner und hyaliner, so dass sie oft schon nach 6—8 Stunden so durchsichtig ist, dass man sie übersehen kann, und wofern man sie vom Beginne der Einwirkung an nicht fixirt hat, nur sehr schwer wieder findet. Anfänglich, das heisst nach kurzer Einwirkung der Chromsäure, färbt sie sich mit Chlorzinkjod gelb, nach längerer (12—50stündiger) aber rosa bis violett, und zuletzt wieder nur schwach gelblich. Daraus geht hervor, dass nicht das ganze Suberin gleich leicht in Chromsäure löslich ist.

Ein Theil davon scheint leicht löslich zu sein; durch seine Herausnahme wird die Cellulose blossgelegt, und reagiren dann

die Schläuche wie diese, wenn auch, der feinen Vertheilung dieser entsprechend, meist nur schwach. Nun tritt das zweite Stadium der Lösung ein, in welchem vornehmlich die freigelegte Cellulose zerstört wird, bis zuletzt der am schwierigsten angreifbare Rest des Suberins zurückbleibt. Aber offenbar begründen diese Löslichkeitsunterschiede des Suberins keine wesentlichen Modificationen des letzteren, da sie nicht grösser sind als die, welche z. B. die Cellulose dem Kupferoxydammoniak gegenüber bietet. Wäscht man von solchen Schläuchen, die schon fast ganz durchsichtig geworden waren, die Chromsäure weg und ersetzt diese durch Wasser, so erscheinen sie wieder scharf und dunkel contourirt, was den hohen Suberingehalt andeutet. Von einer Quellung, oder sonst irgendwie auffälligen Erscheinung ist bei der Einwirkung der Chromsäure nichts zu bemerken. Nur bei Callistemon fand ich eine abweichende Erscheinung. Die nach kurzer Einwirkung allein übrig gebliebenen dünnen Suberinschläuche dieses eigenthümlichen Korkes blieben zunächst vollkommen glatt und scharf contourirt. Nach etwa einer Stunde aber zeigten sie sich eigenthümlich gequollen und blasig aufgetrieben und wie corrodirt, aber nur eine etwa die halbe Dicke derselben umfassende innere Schichte. Die andere äussere Lamelle blieb vollkommen intact und verhielt sich wie eine gewöhnliche Suberinlamelle. Nach einiger Zeit war jene innere Schichte vollständig gelöst und blieb nur die äussere übrig. Da mit dem Callistemonkorke, der von Melaleuca und Myrtus, wie ich noch zeigen werde, namentlich was den Bau der Korkzelle betrifft, völlig übereinstimmt, so ist mir ein gleiches Verhalten gegen Chromsäure auch für diese beiden höchst wahrscheinlich. Doch habe ich bei ihnen jene Erscheinung übersehen, da ich sie bei ihrer Untersuchung noch nicht kannte. Ich bemerke nur, dass auch bei Melaleuca, zuletzt, nach 40stündiger Einwirkung, dünne Lamellen zurückbleiben, welche abweichend von allem andern mir Bekannten, mit Chlorzinkjod keine Spur einer Färbung annehmen. Sie müssen nach dieser Einwirkungsdauer schon alle Cellulose verloren haben und aus reinem Suberin bestehen.

Ich gehe nun zur Besprechung des Verhaltens der Suberinlamelle gegen Salpetersäure oder das Schulze'sche Gemisch über.

Wenn man einen dünnen Schnitt vom Flaschenkork in Schulze's Gemisch unter Deckglas erwärmt, so werden die Membranen zunächst heller und erfolgt dann durch Lösung der Mittellamelle eine Trennung der Zellen von einander, wobei viele durch die sich reichlich entwickelnden Gasblasen bauchig aufgetrieben werden. Noch bevor indess die Trennung überall erfolgt ist, beginnen sich einzelne, besonders peripherische Zellen des Schnittes zu kräuseln und zusammenzuknittern, was bald alle thun, wodurch ein dichtes Gewirre von dünnen Membranen entsteht. Nun beginnen diese plötzlich stellenweise anzuschwellen, und kurz darauf erscheint der ganze Schnitt zu einer klebrigen Masse zusammengeschmolzen, von einer zähen, viscinösen Consistenz. Es ist dieses kein scheinbares Zusammenschmelzen, etwa eine Lösung zu einer consistenten Masse, sondern ein wahres. Anfänglich erscheint die so entstehende Masse unter dem Mikroskope keineswegs homogen, sondern blasig und zeigt zahlreiche feine Linien. In diesem Zustande zieht sie sich zu Fäden und ist stark klebrig, dabei bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich fest. Bringt man absoluten Alkohol hinzu, so wird sie weicher, durchsichtig und zerfliesst, ohne sich indessen zu lösen. In Äther, Chloroform und Benzol hingegen, löst sie sich mit Hinterlassung geringer Reste auf. Ebenso in kochendem Alkohol. Diese Reste zeigen eine fädige Structur und erscheinen in dünnen Lagen fast spinnengewebeartig. Sie stellen offenbar die dem Schulze'schen Gemische widerstandsfähigeren Partien dar. Mit Chlorzinkjod färben sie sich gelbbraun, in Kalilauge sind sie leicht löslich. Setzt man das Erhitzen mit dem Gemische weiter fort, so wird der entstandene Ballen immer homogener und dabei sichtlich kleiner. Er rundet sich dabei ab und ist nun in Äther, heissem Alkohol etc. ohne Rückstand löslich. Seine Grösse ist so bedeutend im Verhältniss zum angewendeten Korkschnitte, dass seine Entstehnng aus der Korkmembran schon aus diesem Grunde zweifelhaft wäre, wenn man sie in der angegebenen Weise nicht schrittweise verfolgen könnte. Von den Stoffen der Korkmembran kommt aber nur das Suberin in Betracht, da man, wie man sich leicht überzeugen kann, weder aus reiner Cellulose noch aus verholzten Membranen ähnliche schmelzbare Massen erhält. Während jenes Vorganges

sind Cellulose und Holzstoff von dem Schulze'schen Gemische unter Zerstörung aufgelöst worden, und aus dem Suberin der Suberinlamelle jene fettähnliche Masse entstanden. Dass die Mittellamelle daran nicht betheiligt ist, zeigt ihre völlige Auflösung vor dem Beginne der Zusammenschmelzung. Behandelt man die eben isolirten mit Chlorzinkjod, so färben sie sich braun, und nur wenige von ihnen zeigen einen freien Celluloseschlauch im Innern, der indessen bald auch verschwindet. Was dann zurückbleibt, ist nur die Suberinlamelle, deren Cellulose aber auch durch die heftige Einwirkung des Reagens zerstört werden muss. Sobald die Schläuche zu schmelzen beginnen, befindet sich in ihnen gewiss keine Cellulose mehr und jene Ballen sind daher das Umwandlungsproduct des Suberins.[1] Bei anderen Korken (*Populus pyramidalis*, *Platanus orientalis* etc.), wo die Lamellen der Korkzellwand als solche am Querschnitte erkennbar sind, kann man die Entstehung jener Massen aus der Suberinlamelle directe verfolgen, da man die vorherige Auflösung der übrigen ohne Weiteres beobachten kann. Ich bemerke ferner, dass jene fettartigen Massen auch dann noch in unverminderter Menge entstehen, wenn man den Schnitt vorher beliebig lange mit Äther oder heissem Alkohol behandelt. Dieselben Körper erhält man aus jedem beliebigen Korke, oder überhaupt verkorktem Gewebe; wie ich noch zeigen werde, habe ich ihn aus der äusseren und inneren Endodermis[2] von Wurzeln, aus Stamm-Endodermis und

---

[1] Aus dieser Darstellung geht hervor, dass die Döppings'che Korkcellulose ein Ding der Unmöglichkeit ist. Nach Entstehung der Cerinsäure ist beim Bouteillenkork in der eigentlichen Korkzelle alle Cellulose zerstört. Anders verhalten sich aber die Kork-Sklerenchymzellen. Befinden sich solche im Schnitte unter dem Deckglase, so wird ihnen der Holzstoff entzogen und die dickwandigen Celluloseskelette derselben bleiben zurück. Als ich daher Döpping's (Mitscherlich's und Chevreul's) Versuch, der im Erhitzen von Kork mit Salpetersäure bis zur Entstehung von Cerinsäure besteht, im Grossen wiederholte, fand ich in der That bei mikroskopischer Untersuchung den ganzen Celluloserest, der nur sehr gering war, von den Sklerenchymzellen herstammend. Es hat daher Döpping's und Mitscherlich's Korkcellulose mit dem eigentlichen Korke nichts zu thun. (Siehe den histor. Aufsatz, p. 7.)

[2] Siehe darüber die Aufsätze über die Endodermis und über das Suberin.

Cuticula und Cuticularschichten dargestellt, mit eben denselben Eigenschaften. In grösster Quantität erhält man ihn aus Korken mit sehr dicken Suberinlamellen, wie *Salix* und besonders *Cytisis Laburnum.* Macht man den Versuch in der Eprouvette, so nimmt man möglichst zerkleinertes Material und erwärmt so lange, bis das starke Schäumen und die Stickstofftetroxydentwicklung aufgehört haben. Dann bemerkt man auf der Flüssigkeit unter Schaummassen verborgen, einen gelben öligen Körper schwimmen, der beim Erkalten zu einer weisslich-gelben, opaken zähen Masse erstarrt. In diesem Zustande enthält sie noch sehr viel Salpetersäure eingeschlossen, nach welcher sie heftig riecht, und von der sie durch längeres Kochen in überschüssiger Wassermenge gänzlich befreit werden kann. Dann stellt sie einen durchsichtigen, geruchlosen honigähnlichen Körper dar, der in Äther, Benzol, Chloroform, heissem Alkohol und Kalilauge leicht löslich ist, angezündet mit heller russender Flamme brennt und bei etwa 30 bis 40° C. schmilzt; in Schwefelkohlenstoff quillt er etwas ohne sich zu lösen. Es ist dieses die Cerinsäure Döpping's. Er nannte sie so, da er sie auch aus dem Cerin (Phellylalkohol Siewert) erhalten haben will. Das Cerin kommt aber bei der Darstellung der Säure aus dem ganzen Gewebe gar nicht in Betracht, da ich gezeigt habe, dass jene nur aus der Suberinlamelle entsteht, und das in Alkohol lösliche Cerin, wie ich zeigen werde, ein krystallisirter, natürlicher Inhaltsbestandtheil der Korkzellen ist, und überdies wie bekannt in nur etwa zwei Procent im Korke verkommt. Dazu kommt, dass Siewert die Entstehung der Cerinsäure aus Cerin läugnet.

Döpping fiel die grosse Menge von Cerinsäure, welche man mit Salpetersäure erhält, nicht auf, da er keine Zahlenangaben darüber macht. Ich fand, dass aus gewöhnlichem Flaschenkork, der mit Alkohol nicht vorher ausgekocht wurde, 43 Procent wasserfreie Cerinsäure entstehen. Aus mit Alkohol zweimal gut ausgekochtem Korke erhielt ich aber, auf das ursprüngliche Gewicht des Korkes bezogen, gerade ebensoviel davon, woraus folgt, dass die in Alkohol löslichen 11 bis 12 Procent Substanz (Cerin, Eulysin. Dekakrylsäure etc., Siewert) an der Entstehung der Cerinsäure keinen Antheil haben. In einem anderen Falle erhielt ich, auf das Gewicht des ausgekochten Alkohols bezogen

53·7 Procent Cerinsäure, was dasselbe besagt. Mitscherlich,[1] der Döpping nicht berücksichtigte, erhielt durch Behandlung von gewöhnlichem Kork mit Salpetersäure 39·67% „einer fettigen Säure“, offenbar die Cerinsäure. Da die Cerinsäure directe aus dem Suberin entsteht, so muss selbstverständlich für ihre Zusammensetzung die der ersteren massgebend sein. Die Besprechung der daraus folgenden Consequenzen gehört indess nicht hieher und wird dort geschehen, wo es sich um den Stickstoffgehalt der Korkmembran handeln wird. Dorthin verspare ich mir auch alles Historische[2] und aus meinen Beobachtungen zu Folgernde über die Natur des Suberin, indem ich jetzt nur nochmals hervorhebe, dass nach dem bis jetzt Gesagten die Existenz eines bestimmten Stoffes: Suberin, der membranbildend in verkorkten Zellwänden enthalten ist, durchaus festgestellt ist.

Fasst man das über die Suberinlamelle Gesagte kurz zusammen, so ergibt sich zunächst als wichtigstes Resultat, dass die Suberinlamelle, welche nie fehlen kann, da sie es ja ist, welche Membranen zu Korkmembranen macht, von den Aschenbestandtheilen, und dem Wachse bei *Salix*[3] abgesehen, immer aus zwei membranbildenden Stoffen, Cellulose und Suberin (Korksubstanz) zusammengesetzt ist, welche an jedem Punkte derselben neben einander vorkommen. In bestimmten constatirten Fällen (Coniferen) sind diese beiden Stoffe in der ganzen Dicke der Suberinlamelle gleichmässig mit einander vermengt, in andern ist diese von cellulosereichen Lamellen durchsetzt, die sich daraus mehr weniger leicht und vollständig isoliren lassen (*Cytisus*, *Pyrus*, *Virgilia* etc.); die Zwischenräume innerhalb dieser werden von suberinreichen Schichten eingenommen.

Zwischen diesen beiden extremen Fällen kommen durch unvollständige Schichtenbildung alle möglichen Übergänge vor. Das Suberin ist ein bestimmter Membranstoff, der durch sein

---

[1] L. c. p. 311.

[2] Namentlich auch über die vielfach verkannte Cerinsäure Döpp.

[3] Siehe den Abschnitt „Über das Suberin.“

Verhalten gegen Kalilauge und Salpetersäure mikrochemisch ausgezeichnet charakterisirt ist. Das procentische Verhältniss der Cellulose in der Suberinlamelle ist bei verschiedenen Korken ausserordentlich verschieden. Es gibt sehr cellulosereiche (*Virgilia lutea, Corylus Avellana*, höchst wahrscheinlich die meisten der Korke mit dünner Suberin und starker Cellulose-lamelle) und cellulosearme Suberinlamellen (*Larix*); aber auch die von *Salix*, wo sich keine Cellulose nachweisen lässt, enthält deren gewiss. Die Suberinlamelle kann entweder überall gleichmässig und sehr dünn sein, oder überall, oder einseitig, oder stellenweise verdickt sein. Ist sie einseitig verdickt, so ist gewöhnlich die Aussenseite bevorzugt, während in dieser Beziehung für den Celluloseschlauch immer das Entgegengesetzte gilt.

Der Frage, ob in der Suberinlamelle etwa auch Lignin vorkommt, lässt sich experimentell nicht beikommen, kann indessen im Wesentlichen verneint werden, da Holzstoff und Korkstoff offenbar entgegengesetzte physiologische Zwecke und Functionen versehen. Da aber Mittellamelle und Celluloseschlauch in der Regel verholzt sind, so kann die Möglichkeit des Zusammenvorkommens beider in den an die Suberinlamelle angrenzenden Schichten derselben, worüber ich am Schlusse dieses Abschnittes noch sprechen werde, nicht geläugnet werden.

Ich gehe nun zur Mittellamelle über, womit ich alles das bezeichne, was ausserhalb der Suberinlamelle liegt, oder besser gesagt, was zwischen den beiden Suberinlamellen aneinandergrenzender Zellen liegt. Aus dieser Definition folgt unmittelbar, dass diese Korkmittellamelle nicht genau mit dem übereinstimmt, was man gewöhnlich mit Mittellamelle bezeichnet. Zweckmässiger wäre vielleicht der Ausdruck „primäre Membran“. In vielen Fällen, namentlich allen dünnwandigen Korken, würde in der That die „Korkmittellamelle“ zugleich die wahre primäre Membran sein; allein in fast ebenso zahlreichen anderen ist dieses wieder nicht der Fall, denn die Dicke der ersteren ist lediglich nur davon abhängig, wo die nachträgliche Verkorkung der als Cellulose-Membran angelegten Zellwand beginnt. Die Verkorkung ist aber, wie ich zum Theile schon gezeigt habe,

und sofort noch deutlicher werden wird, an gar keine Grenzen gebunden, und kann daher beliebig innerhalb oder ausserhalb des Gebietes der primären Membran beginnen; ja sie beginnt selbst in einer und derselben Zelle in der Regel an den tangentialen Wänden an anderer Stelle, als an den radialen und müsste man consequenter Weise, d. h. wenn man sich an die fixirten Begriffe Mittellamelle und primäre Membran halten wollte, für verschiedene Partien der Zellwand gesonderte Darstellungen bereit halten. Dazu kommt noch die Hauptschwierigkeit im gegebenen Falle, z. B. zu entscheiden, ob man es mit der primären Wand oder einem Plus dazu zu thun habe, was bei dünnwandigen Korken überhaupt unmöglich und bei dickwandigen nur mit Hilfe der Entwicklungsgeschichte möglich wäre. So interessant und wichtig es auch gewesen wäre, das Verhältniss festzustellen, welches im Allgemeinen zwischen den in den jungen Korkzellen unterscheidbaren Schichten und der in der fertigen Korkzellwand existirenden stattfindet, so muss ich mich doch zum Theile aus den angegebenen Gründen mit der Betrachtung des fertigen Baues begnügen. Das Wörtchen „Mittellamelle" in dem hier gebrauchten Sinne, mag daher nur als Abkürzung von „mittlere Lamelle" betrachtet werden, worunter jene der fünf Lamellen der fertigen Korkzellwand verstanden sei, welche die Mitte einnimmt.

Zunächst sei bemerkt und gezeigt, dass diese Mittellamelle in der Regel aus mehr oder weniger stark verholzter Cellulose besteht. Nicht nur, dass man in jenen Fällen, wo die Mittellamelle als solche leicht im Querschnitte zu sehen ist (*Populus pyramidalis*, *Platanus*, *Passiflora* etc.), den Holzstoff directe nachweisen kann, mit Hilfe der oben angegebenen drei Reagentien und dass es mir in allen Fällen, wo ich den Versuch machte, gelang, Cellulose darin aufzufinden, verhält sie sich in aller und jeder Beziehung ganz so wie die primäre Membran der Holzzellen. Dabei gibt es wie bei dieser in Dicke und Stärke der Verholzung alle möglichen Abstufungen. In manchen Korkzellen genügt schon die Entnahme des Suberins durch Kochen mit Kalilauge, um in der dadurch freigelegten Mittellamelle Cellulose nachweisen zu können (*Cestrum*), in anderen Fällen ist der sichere Nachweis schwieriger (*Quercus Suber*). Wie bereits erwähnt, löst sich die Korkmittel-

lamelle in der Regel durch kurze Einwirkung von Chromsäure oder warmer Salpetersäure auf, und erfolgt dadurch die Isolirung der Zellen, gerade so wie bei den Holzzellen. Gegen concentrirte Schwefelsäure hingegen ist sie resistent, nur die schwach verkorkten und verholzten Korke besitzen eine in dieser Säure lösliche Mittellamelle (*Catalpa syringaefolia* etc.); bei diesen ist die Mittellamelle sehr cellulosereich, was sich directe nachweisen lässt. Mit Chlorzinkjod färbt sie sich immer gelbbraun, wenn sie sichtbar ist, und nach der Isolirung häufig in schmutzigen, ins Violette ziehende Tönen, was den Cellulosegehalt derselben andeutet. Nur in Ausnahmefällen ist sie, aber immer nur stellenweise, verkorkt; in diesen Fällen kann daher eine völlige Isolirung der Korkzellen durch Chromsäure nicht statt haben. Für solche Korke fehlt sie daher eigentlich stellenweise. Doch darüber später.

Zunächst wende ich mich zum Cellulosenachweis in der Mittellamelle von *Quercus Suber*. Dieser gelingt bei einiger Übung mit völliger Sicherheit immer mit Schulze'schem Gemische, Kalilauge und Chlorzinkjod. Je nach der Art der Anwendung dieser Reagentien erhält man entweder das Cellulosenetz der Mittellamelle für sich, oder dieses mit den Celluloseschläuchen der Celluloselamelle.

Behandelt man unter durch Glasfäden gestütztem Deckglase einen möglichst dünnen und ausgedehnten Tangentialschnitt mit Schulze'schem Gemisch in sehr schwacher Wärme wiederholt ganz kurze Zeit, und untersucht jedesmal mit Chlorzinkjod, so wird man meist schon nach 2—3maliger Operation ein Stadium erkennen, in welchem die Mittellamelle deutlich hervortritt, und wenn der Schnitt, wie gefordert, gross ist, an verschiedenen Stellen alle Stadien der Zerstörung derselben. Solche, wo sie mit Chlorzinkjod deutlich braun bis gelb erscheint, andere der völligen Lösung, und meist zwischen beiden solche, wo sie eine mehr weniger deutliche Cellulosereaction zeigt. Auf diese kommt es an, und sie müssen durch die Glasfäden vor dem Drucke des Deckglases geschützt werden. Setzt man nun nach dem Auswaschen Kalilauge hinzu und erwärmt schwach, so wird die Suberinlamelle fast ganz gelöst, der Celluloseschlauch nach innen abgehoben und man hat nun die Cellulosereste aller Lamellen des Schnittes. Nach dem Auswaschen nimmt dieser mit Chlor-

zinkjod eine meistens stellenweise reine oder schmutzig-violette Färbung an. Lässt man aber das Präparat in concentrirtem Chlorzinkjod 24—48 Stunden liegen, so färben sich sämmtliche Membranen desselben sehr schön roth-violett. An Stellen, wo der Celluloseschlauch aus der Netzmasche herausgefallen ist, wird der Cellulosegehalt der Mittellamelle unzweifelhaft.

Viel eleganter sind jedoch die Präparate, welche überhaupt nur die Cellulose der Mittellamelle als ungemein feines und zierliches, violettes Netz zeigen. Man erhält sie (beim Bouteillenkork) durch Herauslösen des Suberins aus ganz dünnen Schnitten mit kochender Kalilauge (unter Deckglas), und Behandeln mit warmem Schulze'schem Gemische. Die durch die Kalilauge freigelegten Celluloseschläuche sind in letzterem leichter löslich, als das Netz der Mittellamelle und es gelingt, nach ganz kurzer Behandlung damit, erstere zu lösen, während letzteres zugleich nachträglich die schönste Cellulosereaction zeigt. Diese besteht in einer intensiven Blaufärbung, die nach 1—2 Stunden in Roth-violett übergeht.

In beiderlei Präparaten sieht man, dass die Mittellamelle durchaus keine vollkommen structurlose Membran ist, denn sie zeigt zierliche Porenplatten von ovaler Gestalt.

Ich brauche kaum zu bemerken, dass man diese Methoden, so wie sie sind, nicht auf jeden beliebigen Kork anwenden kann. Sie gelten streng genommen nur für den Flaschenkork. Ist z. B. der Celluloseschlauch etwas dicker und die Mittellamelle dünner, so wird selbstverständlich diese schneller gelöst, und kann man daher gar keine Präparate der zweiten Art erhalten. Dies genüge. Indessen gelang es mir mit grösserer oder geringerer Leichtigkeit bei einer grossen Reihe von Korken, und zwar allen, wo ich mich genügend bemühte, Cellulose in der Mittellamelle nachzuweisen. Es stellte sich dabei das auffällige Resultat heraus, dass der Cellulosegehalt der Mittellamelle von der Stärke der Gesammtverkorkung unabhängig ist. Korke, welche, wie die von *Taxodium distichum*, *Juniperus communis*, *Araucaria excelsa*, *Larix europaea*, *Pinus sylvestris*, *Taxus baccata* und *Pinus Strobus*, sehr stark verkorkt sind, so dass zum Theile der Celluloseschlauch gänzlich fehlt, zeigen eine verschieden dicke, aber immer cellulosereiche Mittellamelle; bei einigen davon gelang der Nachweis

schon nach Kochen in Kalilauge. Hingegen hat z. B. *Gymnocladus canadensis* einen dicken Celluloseschlauch und wenig Cellulose in der Mittellamelle, welche ebenfalls Tüpfelplatten aufweist. *Cestrum foetidissimum* verbindet hingegen mit dickem Celluloseschlauch auch reichliche Cellulose in der Mittellamelle, und *Betula alba* mit dünnem Celluloseschlauch reichliche Cellulose in jener, u. s. w.

Ich habe überdies noch bei *Pelargonium zonale, Liquidambar styraciflua, Aristolochia cymbifera, Ulmus suberosa, Testudinaria Elephantipes, Dracaena umbraculifera, Gingko biloba, Camellia japonica, Rosa sp., Acer campestre* und *Fuchsia sp.*, in der Mittellamelle Cellulose gesucht und gefunden. In einigen Fällen genügt schon Kalilauge allein, in Verbindung mit andauernder Einwirkung von Chlorzinkjod.

Ebenso wie der Cellulosegehalt, wechselt auch die Dicke der Mittellamelle ausserordentlich und steht in keiner Beziehung zur Stärke der ganzen Wandung. Dickwandige Korke können sehr dünne (*Fagus silvatica, Salix*), oder dicke (*Platanus, Populus*) Mittellamellen besitzen. *Taxodium distichum, Juniperus communis* und *Araucaria excelsa* haben relativ sehr dicke Mittellamellen. Indessen ist dieser Umstand von geringerem Interesse als der, dass in der Regel die tangentialen Wandungen der Korkzellen dickere, oft viel dickere Mittellamellen besitzen, als die radialen. Diese Eigenthümlichkeit steht in einer ganz bestimmten Beziehung zur Function des Korkes, denn es ist klar, dass je dünner die radialen Partien der Mittellamellen sind, desto besser der durch den Kork zu bewirkende Abschluss nach aussen geschehen wird. In Folge dessen sehen wir diese Eigenthümlichkeit Hand in Hand mit anderen die Function des Korkes berührenden Eigenschaften gehen, die zum Theile erst viel weiter unten besprochen werden können. Ich erwähne hier nur, dass jene Eigenthümlichkeit um so schärfer ausgesprochen ist, je dünner die von der Pflanze gebildeten Korklagen sind; daher zeigt dieselbe der Flaschenkork, der Kork von *Acer campestre* u. a. nicht, oder nur andeutungsweise, während sie bei *Populus pyramidalis, Pyrus communis, Ulmus effusa, Pinus Strobus, Abies pectinata, Nerium Oleander, Broussonetia papyrifera* etc. sehr auffällig ist. In vielen Fällen erscheinen sogar die tangentialen Partien besonders

verdickt, während die radialen ganz dünn, kaum sichtbar sind oder in der That theilweise fehlen, d. h. ebenfalls verkorkt sind. Solche Fälle bieten, wenigstens bei einem Theile der Korkzellen, *Virgilia lutea*, *Cytisus Laburnum* und *Pyrus Malus*. Auch zeigt sich, dass der Dicken-Unterschied um so bedeutender ist, je grösser der Unterschied vom radialen und tangentialen Durchmesser der Korkzelle ist. Isodiametrische Korkzellen weisen die geringsten Unterschiede im Baue der tangentialen und radialen Wände auf. Diese verschiedene Dicke der Mittellamelle an einer und derselben Zelle kann als Ausdruck dafür angesehen werden, dass die Verkorkung der Wandung nicht allseitig in derselben Schichte der Wandung beginnt. In den radialen Wandungen beginnt sie in der Regel näher der Mitte, als in den tangentialen, d. h. die beiden Lamellen, in welchen die Verkorkung beginnt, und von welchen aus sie nach dem Inneren der Zelle zu gerichtet fortschreitet, liegen dort näher an einander, als in den tangentialen Wandungen. Dies kann so weit gehen, dass die Mittellamelle in einer meist mittleren gürtelförmigen Zone der radialen Wandungen vollständig fehlt, d. h. verkorkt ist. Wo dieses der Fall ist, kann man die Korkzellen zwar in radialer, nicht aber in tangentialer Richtung durch Maceration mit Chromsäure oder Salpetersäure von einander trennen. Es gibt viele Korke, wo dieses letztere bei einem Theile der Korkzellen der Fall ist, bei einem anderen Theile aber nicht; wo also nur eine gewisse Anzahl der radialen Mittellamellen theilweise verkorkt sind: so *Virgilia lutea*, *Cytisus Laburnum*, *Melaleuca styphelioides*, *Eucalyptus Globulus*, *Myrtus communis*, *Callistemon*, *Pyrus Malus*, *Heterocentran roseum*, *Lasiandra floribunda*. Bei einigen dieser Pflanzen scheint allerdings das Fehlen der Mittellamelle in einer gürtelförmigen, tangential gerichteten Zone der Radialwände zur Regel zu gehören, so bei den angeführten Melastomaceen und Myrtaceen, bei den übrigen eine theilweise Verkorkung der Mittellamelle nur gelegentlich aber häufig vorzukommen. Wenn man solche Korke mit Chromsäure macerirt, so lösen sie sich in tangentiale Streifen von Zellenbreite auf, da die Suberinschläuche seitlich fest zusammenhangen bleiben; dieses letztere thun sie indess nie ihrer ganzen Wandbreite nach, sondern nur mit einem mittleren Theile ihrer radialen Wände, da nur dieser verkorkt ist. Hie und da, stellen-

weise auch häufiger, trifft man aber auch vollständige Trennung in tangentialer Richtung.

Anders, viel regelrechter und ganz durchgreifend entwickelt, ist dieselbe Erscheinung bei *Salix purpurea*, *fragilis*, *rubra* und *amygdalina*, d. h. allen Arten, die ich überhaupt untersucht habe. Wie schon einmal erwähnt, haben die Salixkorke, die aus nur sehr wenigen Korkzellagen bestehen, sehr dicke und stark verkorkte Innen- und sehr dünne Aussen- und Seitenwände; ferner einen sehr dünnen Celluloseschlauch. Versucht man sie mit Chromsäure zu isoliren, so gelingt dies nur in radialer Richtung vollständig, da die tangentialen Partien der Mittellamellen in Chromsäure ziemlich leicht löslich sind. Hingegen bleiben sie seitlich mit ihren dicken Innenwandungen vollständig verbunden, während die äusseren Partien der Seitenwandungen leicht von einander trennbar sind. Es sind also hier die dicken Innenwandungen der Korkzellen seitlich untrennbar, fest miteinander verschmolzen, gerade so, wie dies bei den stark cuticularisirten äusseren Schichten der Aussenwandung der Epidermiszellen häufig der Fall ist.

In diesen gürtel- oder ringförmigen Zonen der Korkzellen ist daher auch die Mittellamelle völlig, oder theilweise verkorkt, aber ihrer ganzen Dicke nach. Von den in eben der Dicke, wie sie den tangentialen Wandungen eigen ist, ausgebildeten radialen Mittellamellen von *Quercus Suber*, bis zu den theilweise verkorkten, findet sich eine endlose Reihe aller möglichen Übergänge, welche das Streben zur Verkorkung der die Function der Korkhülle offenbar beeinträchtigenden radialen Partien der Mittellamelle aufs klarste darthun.

Sowie es aber Korke gibt, bei welchen die Mittellamelle stellenweise gänzlich verkorkt, so gibt es auch einen, wo die Korklamelle so weit von der mittleren Ebene der Wandung entfernt ist, dass die Mittellamelle die mächstigste Schichte der Zellwand darstellt. Suberinlamelle und Celluloseschlauch sind bei dem Korke von *Aristolochia cymbifera* ungewöhnlich dünn und schwierig nachzuweisen, während die stark verholzte „Mittellamelle“ in dem dünnwandigen Korke relativ so dick ist, dass dieser mit den drei Holzstoffreagentien fast reine Holzstoffreactionen gibt. Es bildet dieser Osterluzei, wie noch einige

Verwandte, grosse Korkmassen, welche aus weitlumigen, leeren Zellen bestehen, und am Stengel breite, wulstige Flügel bilden, die eine undeutliche Schichtung zeigen. Mit Schulze'schem Gemische erwärmt, tritt Cellulosereaction in der ganzen Dicke der Membran abweichend von allen anderen Korken, ein, da die dünnen Suberin- und Celluloselamellen bald gelöst werden. Dasselbe geschieht mit kochender Kalilauge, welche das Gewebe scheinbar gar nicht afficirt. Nach diesen Reactionen zu schliessen, könnte man glauben, es mit einem Scheinkork, oder einem falschen Korke zu thun zu haben, d. h. mit einem aus typischem Korkcambium entstehenden Gewebe, das aber nicht verkorkt. Behandelt man aber in der Wärme sehr schwach mit Salpetersäure, setzt dann etwas concentrirte Kalilauge hinzu und erwärmt wieder sehr schwach, so tritt eine oft kaum bemerkbare Suberinreaction ein, und man kann nach dem Auswaschen den ungemein zarten Celluloseschlauch, der nach innen abgehoben wurde, mit Chlorzinkjod erkennen. Es sind dieses der am schwächsten verkorkte Kork, und die dünnste Celluloselamelle, welche mir vorgekommen waren. Die Suberinlamelle ist so dünn, dass es gar nicht zur Bildung von Cerinsäure kommt. Diesem Korke in mehrfacher Beziehung ähnlich, ist der der *Malpighiaceae Peixotoa sp.*, welche ganz ähnlich beschaffene, aber stärker verkorkte Korkmassen bildet, mit ziemlich dickem, schwach verholztem Celluloseschlauch. Auch die Korkzellen von *Passiflora limbata* verhalten sich ähnlich.

Zum Schlusse sei noch Einiges über die „Zwischenlamelle“ gesagt. Es ist von vorne herein anzunehmen, dass die Wandung an der Berührungsfläche je zweier Lamellen eine andere Zusammensetzung hat, als in den entsprechenden, sich berührenden Lamellen, und im Allgemeinen zwischen je zwei dieser Übergänge stattfinden werden. Es ist in der That, namentlich bei der Mittellamelle, eine von mir häufig beobachtete Erscheinung, dass die isolirten Lamellen nicht vollkommen scharf gezeichnet sind. Wenn aber z. B. die an die Suberinlamelle angrenzenden Schichten der beiden anderen Lamellen sehr geringe Mengen von Suberin enthalten, so müssen die betreffenden Contouren derselben, nach Isolation mit Kali, wodurch das Suberin gelöst wird, verwischt und unscharf sein. Das, was bei der Mittellamelle

eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist, zeigt sich auch genug häufig bei der Celluloselamelle. So bei *Salix*, *Taxus baccata*, *Cedrus libani*, *Abies pectinata* u. v. a. Bei diesen Korken ist zugleich die Erscheinung so auffällig, dass man mit Fug und Recht von einer schwachen Verkorkung der äusseren Partie der Celluloseschläuche sprechen könnte.

Indessen scheinen mir diese Erscheinungen von geringem Belange zu sein, und will ich durch das Gesagte nur darauf hingewiesen haben, dass die Grenzen der Lamellen häufig keine ganz scharfen sind, etwa wie die der drei Membranen der Holzzellen.

Hingegen bemerkt man bei genauerer Untersuchung einzelner Korke, an der Grenze der Suberin- und Cellulose-lamelle eine eigene sehr dünne Schichte, welche ich als „Zwischen-lamelle" bezeichne. Ich fand sie bei *Populus pyramidalis* und *Platanus orientalis*, habe indessen im Allgemeinen zu wenig auf sie geachtet, um etwas über ihre Verbreitung sagen zu können. Mit Erfolg zu suchen wäre sie aber nur bei dickwandigen Korken, mit gut differenzirten Lamellen. Bei den genannten beiden Korken färbt sich die Mittellamelle mit Chlorzinkjod braun, die Suberinlamelle schwach gelb, und die Zwischenlamelle wieder braun. Der Celluloseschlauch ist bei *Populus pyramidalis* reine Cellulose, und bei der *Platane* schwach verholzte. Aus den Färbungen geht unmittelbar hervor, dass die Zwischenlamelle wie die Mittellamelle aus stark verholzter Cellulose besteht. Damit stimmt ihr Verhalten gegen Schulze'sches Gemisch und die Holzstoffreagentien überein. Es ist daher bei diesen Korken der Celluloseschlauch nochmals in zwei Schichten differenzirt, in eine äussere sehr schmale, stark verholzte und eine innere reine oder schwach verholzte Celluloseschichte, und die ganze Wand besteht aus sieben differenten Schichten. Siehe Fig. 1 und 2 *g*, Zwischenlamelle.

Die Hauptresultate der vorstehenden Abhandlung lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen.

Mit wenigen Ausnahmen besteht jede Korkzellwand aus fünf Lamellen: Einer mittleren, zwei Suberin- und zwei Cellu-

loselamellen. Bei wenigen Korken fehlen die Celluloselamellen, noch seltener sind diese in zwei differenzirt, von welcher die äussere die „Zwischenlamelle“ ist. Die Mittellamelle besteht aus stark verholzter Cellulose, nur selten ist sie an bestimmter Stelle verkorkt. Die Suberinlamellen sind die typischen Schichten der Korkzellwand, sie sind es im Allgemeinen allein, welche nebst Cellulose das Suberin führen. Die Celluloselamellen, nach aussen an die Suberinlamelle, nach innen unmittelbar an das Lumen angrenzend, bestehen manchmal aus reiner, meist aus verholzter Cellulose. Das Suberin ist ein ganz bestimmter Zellwandstoff, ebenso gut wie Cellulose, Holzstoff etc.

Die Aufgabe der folgenden beiden Aufsätze soll nun darin bestehen, zu zeigen, zunächst, welchen Antheil obgenannte Lamellen in concreten Fällen an dem Aufbau der Korkzellmembran haben, und welche Gesetzmässigkeiten sich hiebei ergeben, und dann, was sich auf Grund der bezüglich des Suberins gefundenen Facta mit Berücksichtigung der vorhandenen Literatur über das Suberin Bestimmtes aussagen lässt.

β. Über das Suberin.

Ich habe im historischen Abriss gezeigt, dass sich bezüglich der Natur dieses Körpers zwei Ansichten diametral gegenüberstehen: Während die Einen, Payen an der Spitze, in dem Suberin nichts Anderes als eine sei es physikalisch modificirte, sei es durch fettartige und stickstoffhaltige Stoffe infiltrirte Cellulose sehen, erkennen andere, ebenso gewichtige Autoren in dem Suberin einen ganz bestimmten der Korkzellwand eigenthümlichen, membranbildenden Stoff. Im dritten Abschnitte habe ich nun nachgewiesen, dass es in jeder Korkzellwand, die zwei Zellen angehört, zwei Lamellen gibt, welche nebst Cellulose einen ganz bestimmten Stoff enthalten, der gegen Kalilauge und Salpetersäure in eigenthümlicher Weise, ganz abweichend von Cellulose und Holzstoff reagirt, und als der für die verkorkte Zellwand charakteristische Stoff betrachtet werden muss. Jene Lamellen habe ich Suberinlamellen genannt, und damit angedeutet, dass das Suberin der sie charakterisirende Stoff sei. Dadurch habe ich zugleich sicher gestellt, dass es in der That ein Suberin gibt.

Ich habe gezeigt, dass beim Bouteillenkork nach einer gewissen Dauer der Einwirkung von Salpetersäure oder Schulze'schem Gemische, von der ganzen Wandung nur mehr das durch die heftige Reaction allerdings modificirte Suberin übrigbleibt, und dieses weiter in einen Körper übergeht, den ich Cerinsäure genannt habe, mich auf Döpping beziehend.

Ich bemerke nun, dass die Bildung dieses Körpers aus Kork schon lange bekannt ist. Schon Brugnatelli liess 1787 Salpetersäure auf Kork einwirken und bemerkte die Bildung dieser Substanz. Dann sah 1797 Bouillon Lagrange[1] nach Erhitzen von Kork in Salpetersäure die auf der Flüssigkeit schwimmende harzige Masse. Fourcroy[2] sagt etwa um 1801 (l. c. p. 99; ich gebe hier eine Übersetzung der betreffenden Stelle): In dem Masse, als sich der Kork in Korksäure verwandelt, entsteht eine gelbe, weiche Materie, welche auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmt, und einem Harze oder Fette sehr ähnlich ist. Es ist dieses nichts Anderes, als die gelbe Masse, welche man auf Salpetersäure schwimmen sieht, in welche Korke gefallen sind.

Chevreul[3] erhielt durch Erhitzen von mit Wasser und Alkohol ganz ausgezogenem Kork mit Salpetersäure 22·4 Procent Korksäure, 7·6 Procent Oxalsäure, 1 Procent eines weissen Rückstandes, den er für Holzfaser[4] erklärt, und **11 Procent[5] einer in Alkohol löslichen Masse.** Boussingault[6] erhielt

---

[1] Annal. d. Chim. XXIII, p. 42 und Journ. der Pharmac. von Trommsdorf VI. 152. (Nach Siewert, l. c. 130.)

[2] Systéme des connaissances chimiques, par A. F. Fourcroy; Tome VIII, p. 98: Du Suber.

[3] Sur le moyen etc. Annales de Chimie, Tom. 96, p. 179.

[4] Von welcher ich gezeigt habe (Dies. Abh. p. 51), dass sie von den Sklerenchymzellen des Korkes herrührt, da die eigentliche Korkcellulose schon längst zerstört ist.

[5] Dieses bedeutende Minus gegenüber den von mir und Mitscherlich gefundenen Zahlen erklärt sich durch den Umstand, dass bei weiterem Erhitzen mit Salpetersäure, der Körper wieder zerstört wird.

[6] l. c. p. 120. In der Übersetzung (Annalen der Pharmac. 1836, p. 310) ist unrichtiger Weise angegeben, dass der genannte Stoff „semblable à la cire" (von Chevreul) Cerin genannt wurde; dies ist ein Übersetzungsfehler. Flückiger (l. c. 334), der wusste, dass das Korkwachs oder

aus dem Cerin, einem Bestandtheile des Korkes, mit Salpetersäure Oxalsäure und einen Stoff **„semblable à la cire“**. Döpping[1] war der erste, der diesen Körper untersuchte. Er nannte Cerinsäure, die wachsartige, flüssige Masse von braungelber Farbe, welche sich bei der Oxydation des Korkes mit Salpetersäure auf der Oberfläche der Säure abscheidet. Döpping hielt diese Masse indessen für das Product der Einwirkung der Säure auf das Korkwachs (Cerin) allein, und wählte daher jenen Namen; er glaubte in der That die Cerinsäure directe aus dem Cerin nebst Oxalsäure erhalten zu haben, ähnlich wie dies Boussingault auch that. Da er nun aber einen ganz ähnlichen Körper[2] aus dem in heissem Alkohol unlöslichen Theile des Korkes erhielt, so schloss er irrthümlich, man könne aus diesem durch Alkohol nicht alles Cerin ausziehen. Dazu ist zu bemerken, dass, wie die Analysen zeigen, und M. Siewert nachgewiesen hat, Döpping das Cerin im reinen Zustande gar nicht kannte, sondern ein Gemenge von Cerin und Eulysin (M. Siewert) vor sich hatte, welches zwar beim Erwärmen mit Salpetersäure schmilzt und ein ähnliches Aussehen annimmt, wie der aus Suberin (Chevreul) entstehende Körper, damit aber keineswegs identisch, und überhaupt kein bestimmter einfacher Körper ist. Döpping wendete daher den Namen Cerinsäure auf zwei Körper an, die in der Wirklichkeit gar nichts mit einander zu thun haben. Den Namen leitete er von der Entstehungsart des einen ab, der gar kein bestimmter Körper ist, die Analysen machte er mit dem andern, der, wie ich genau nachgewiesen habe, nur aus dem Suberin der Suberinlamelle seinen Ursprung nimmt, und daher höchst wahrscheinlich der Hauptmasse nach aus einem bestimmten Körper besteht. Auf diesen letzteren Körper, auf welchen sich allein die Cerinsäure-Analysen Döpping's beziehen, ist daher forthin der Name Cerinsäure anzuwenden.

Cerin (Chevreul's), welches Boussingault Korkharz nannte, ein anderer Stoff sei, sagt daher, letzterer habe das mit Salpetersäure erhaltene Oxydationsproduct, die Cerinsäure Döpping's, Cerin oder Korkwachs genannt. Diese Consequenz ist eine nothwendige, aber unrichtige Folge jenes Übersetzungsfehlers.

[1] L. c. p. 292.

[2] Von einem sicheren Nachweis der Identität ist bei ihm keine Rede.

Da nun diese aus dem Suberin allein entsteht, so ist die Kenntniss ihrer Zusammensetzung von grosser Bedeutung für die des Suberins. Döpping fand folgende procentische Zusammensetzung für die Cerinsäure: C = 64·65—64·92; H = 8·77—872; 0 = 26·58—26·36; er fand sie ferner stickstofffrei.

Mitscherlich erhielt aus dem Flaschenkorke, wie bereits erwähnt, 39·67 Procent „einer fettigen Säure", offenbar Cerinsäure, er erkannte überhaupt das eigenthümliche Verhalten des Korkstoffes gegenüber der Salpetersäure vollständig, und sagt, dass man diesen dadurch sehr leicht von der Cellulose unterscheiden könne; ferner sagt er, dass die ersten Producte bei der Oxydation mit Salpetersäure röthlich gefärbt, beim Kochpunct der Salpetersäure schmelzbar und Alkohol löslich sind. Ferner gleich darauf, dass man dieselben Producte aus den Schalen der Kartoffeln und der Cuticula von *Aloë Lingua* erhält; darunter kann immer nur die Cerinsäure Döpping's gemeint sein, von der dieser nur die unglückliche Idee hatte, dass sie nur aus dem Cerin entstehen könne, wodurch er, sowie durch den Namen alle Chemiker irreführte. Auch Mitscherlich übersah ganz, dass jene ersten Oxydationsproducte Döpping's Cerinsäure sind, von welcher er unter dem Namen einer „fettigen Säure", die in Alkohol löslich ist, bei dem Kartoffelkork 6·2 Procent und Eichenkork 39·67 Procent erhielt.

Es ist daher irrthümlich, wenn Sachsse[1] aus Mitscherlich's „fettiger Säure" einfach „fette Säuren" macht, und wenngleich das dort gemachte, Mitscherlich zugeschriebene Raisonnement vollkommen richtig ist, so ist daran zu erinnern, dass dieser dasselbe nirgends gemacht hat, und auch nicht machen konnte, da er, wie gesagt, unter „fettiger Säure" das verstand, was sich nach dieser meiner Untersuchung als Cerinsäure entpuppt hat, und davon ganz wohl wusste, dass sie aus der Wand selbst entsteht. Ich habe aus mit Alkohol ausgekochtem Korke 53·7 Procent und aus nicht ausgezogenem 43 Procent dieser Säure erhalten.

Aus allen diesen Angaben geht aufs klarste hervor, dass die Cerinsäure, wenn sie auch bisher gewiss nicht rein dargestellt wurde, ein ganz bestimmter Körper ist, der nur aus dem Suberin

---

[1] L. c. p. 156.

und zwar in grossen Quantitäten entsteht. Nichtsdestoweniger fand sie von chemischer Seite noch gar keine nähere Berücksichtigung, obwohl die Feststellung ihrer Formel und Constitution von grösster Wichtigkeit für die Erkenntniss des Wesens des Suberins wäre.

Ich habe bereits erwähnt, dass auch Schacht die Entstehung der Cerinsäure mit Salpetersäure sah, diese Auffindung aber in so ungenügender Weise verwerthete, dass sie fast ganz vergessen und nie mikrochemisch benützt wurde, bis sie G. Haberlandt endlich (1874) für gänzlich irrthümlich erklärt. Ich wiederhole, dass ich denselben Körper, die Cerinsäure, aus allen möglicher Korken, aus verschiedenen Cuticula - Arten und Stamm- und Wurzelendodermen erhalten haben, lauter Gewebe, welche kein Cerin enthalten, denn dieses hat mit dem Suberin ebenso wenig zu thun, wie irgend ein anderer specifischer Inhaltsstoff mit der Wandung. Es ist ein nur dem Inhalte der Korkzellen von *Quercus Suber* eigenthümlicher Körper, der daselbst, wie ich zeigen werde, in bisher von den Mikroskopikern übersehenen Krystallen vorkommt.

Aus der durch Döpping bekannten Zusammensetzung der Cerinsäure, welche nach allem Gesagten der des Suberins am nächsten kommt, ist aber mit grösster Sicherheit 1. auf den Stickstoffmangel des letzteren zu schliessen, dann 2. auf einem etwa 65 Procent Kohlenstoff und 8·75 Procent Wasserstoff übersteigenden Gehalt, da die Cerinsäure an diesen beiden Elementen so viel enthält, und ein Oxydationsproduct des Suberins ist, welches dabei jedenfalls eine Einbusse an diesen beiden Elementen erlitten haben muss. 3. Kann man aus der Entstehung der fettartigen und mit Kali verseifbaren Cerinsäure auf eine ähnliche chemische, fettartige Natur des Suberins schliessen. Wenn man in der That dem Process der Kalieinwirkung unter dem Mikroskope genau zuzieht, so wird man nicht an eine Zerstörung erinnert, sondern an eine directe Lösung, d. h. Verseifung. Sobald die Temperatur der Kalilauge einen bestimmten Grad erreicht hat, erfolgt momentan starke Quellung und Lösung des Suberins, während dadurch zu gleicher Zeit die Cellulosegrundlage zerstört, und in tausende von Stücken zerrissen wird. Es ist eigenthümlich, wie durch die Kalilauge der Kork gelb

gefärbt wird, und in derselben Weise auch die gelbe Färbung der Cerinsäure verstärkt wird, wie Mitscherlich zuerst angab. Dass das Suberin einen 65procentigen Gehalt an C und 8·75procentigen an H übersteigenden Gehalt haben muss, geht auch directe aus den Analysen des Korkgewebes hervor, welches von *Quercus Suber*, nach Döpping[1] im gereinigten Zustande 67·8 C und 8·7 H enthält, nach Mitscherlich im ungereinigten Zustande 65·73 C und 8·33 H; da nun im Flaschenkorke viel mehr Cellulose enthalten ist, als man bisher glaubte, muss auch der C-Gehalt des Suberins grösser sein, als man bisher vermuthete.

Da ich in allen Lamellen der Wandung eine reichliche Cellulosebasis nachwies, und zwei dieser Schichten, welche der Dicke nach zusammen mindestens die Hälfte der Wandung ausmachen, sogar ganz und gar nur aus stärker oder schwächer verholzter Cellulose bestehen, also suberinfrei sind, so ist es ganz unmöglich, dass in der Wandung weniger als 20—30 Procent Cellulose und Holzstoff vorhanden sind. Ich bin der Überzeugung, dass diese Minimalzahl entschieden zu tief gegriffen ist. Da die beiden suberinfreien Lamellen verholzt sind und zwar zum Theil stark, zum Theil schwächer, so kann man für sie getrost 50 Procent Kohlenstoff annehmen, nämlich den mittleren Kohlenstoffgehalt des Holzes; nimmt man ferner 67 Procent Kohlenstoff im Korke an, und 30 Procent verholzte Cellulose, so ergibt sich für das Suberin des Flaschenkorkes ein C-Gehalt von 74·2 Procent; fast genau dieselbe Zahl erhält man, wenn man 25 Procent verholzter Cellulose von 45 Procent C-Gehalt annimmt, welche Annahmen noch immer im Bereiche der Möglichkeit liegen. Der von R. Sachsse[2] errechnete Cellulosegehalt von 9 Procent ist entschieden zu gering; derselbe wusste nichts von der Verholzung[3]

[1] Nach Sachsse (l. c. p. 153) bezieht sich Döpping's Arbeit auf einen Kork unbekannter Abstammung. In der That erwähnt dieser nirgends des Namens des untersuchten Korkes, welcher aber kein anderer als gewiss Bouteillenkork war. Dies geht mit völliger Gewissheit aus dem Umstande hervor, dass Döpping aus seinem Korke (unreines) Cerin darstellte, das nur im Flaschenkorke vorkommt. Auch Hofmeister bezog Döpping's Analysen auf Flaschenkork. Pflanzenzelle, p. 252.

[2] L. c. p. 154.

[3] Bei Berücksichtigung dieser, und sonstigen gleichen Annahmen erhält man 10 Procent Cellulose.

der Cellulose, und setzte den C-Gehalt des Suberins auf 70 Procent. Ich glaube bestimmt sagen zu können, dass das Suberin mindestens 73—74 Procent C. enthält, denn was die einzige geschätzte Zahl betrifft, die bezüglich des Cellulosegehaltes, so überzeugt jedes gelungene Kalipräparat sofort von mindestens 30 Procent Cellulose und daher die Unmöglichkeit der Sachsse'schen Zahl. Unter ganz denselben oben gemachten Annahmen ergibt sich zugleich ein Wasserstoffgehalt von etwa 10 Procent für das Suberin. Nimmt man nämlich 30 Procent verholzter Cellulose an, mit einem H-Gehalt von 6·17, welche Zahl das Mittel der H-Gehalte von fünf Hölzern nach Chevandier's Analysen[1] darstellt, und einen H-Gehalt von 8·75 Procent für den Flaschenkork nach Döpping und Mitscherlich an, so ergibt sich ein H-Gehalt von 10 Procent für das Suberin. Nach diesen Auseinandersetzungen ergibt sich für das Suberin eine Zusammensetzung aus etwa 74 Procent C, 10 Procent H und 16 Procent O.[2]

Es ist überraschend, wie sehr diese ganz selbstständig errechnete Zusammensetzung mit der von Fremy[3] für sein Cutin durch directe Analyse erhaltenen übereinstimmt (73·66 C, 11·37 H und 14·97 Procent O). Wenn man nun bedenkt, dass man aus jeder Cuticula ebenso gut wie aus Suberin Cerinsäure darstellen kann, so wird diese Übereinstimmung schon weniger auffallen, und es lässt sich in einigen bestimmten Fällen die völlige Identität der Cuticula mit den in dem darunter liegenden Gewebe vorkommenden Suberinlamellen nachweisen.[4] Es wird

---

[1] S. Sachsse, l. c. 144.

[2] Es lässt sich sogar leicht zeigen, dass die für C und H gefundenen Zahlen eher zu klein, als zu gross sind; denn im Korke kommen etwa 12 Procent Proteinstoffe vor, welche, was den C- und H-Gehalt betrifft (für gegenwärtigen Zweck) der verholzten Cellulose sehr nahe kommen, und daher in der Rechnung in dem Sinne wirken, wie diese. Albumin enthält 53·5 Procent C und 7 Procent H; Weidenholz nach Chevandier 51·8 Procent C und 6·2 H. Zieht man daher die im Korke vorkommenden Proteinstoffe mit in die Rechnung, so erhält man für den C- und H-Gehalt des Suberins noch höhere Zahlen.

[3] Annales des scienc. nat. 1859, XII, 336.

[4] Eine völlige Identität konnte ich zwischen der Cuticula und den dünnen Suberinlamellen der Epidermis und des Hypoderma von Carex-

zwar Fremy von der einen Seite[1] die Unreinheit und namentlich der Cellulosegehalt seines Cutins vorgeworfen, und von der anderen Seite[2] dieses sogar gänzlich geläugnet und als künstliches Product und Folge chemischer Einwirkung der zur Reinigung benützten Reagentien bezeichnet, ohne dass aber dadurch der Existenz eines bestimmten Körpers, welcher die Hauptmasse der Cuticula ausmacht, irgendwie Eintrag gemacht werden kann, zumal nach dem hier neu Vorgebrachten. Enthält, woran nicht zu zweifeln ist, Fremy's Cutin noch Cellulose, so muss der Kohlenstoffgehalt des reinen Körpers noch höher sein, was ich nicht nur für möglich, sondern sogar für wahrscheinlich halte, weil die zweifelsohne aus dem Cutin (Cuticularsubstanz, Suberin) hervorgehenden Pflanzenwachse an 80 Procent C enthalten. Nach Lewy[3] enthält das Carnauba-Wachs (von *Copernicia cerifera*) 80·33 Procent C und 13.7 H. Eine ganz ähnliche Zusammensetzung hat nach Uloth[4] das von *Acer striatum*. Dass die Cuticula nach Anbringung der Fremy'schen Reinigungs-

---

Rhizomen nachweisen. Hierüber Näheres p. 146 *f.* Bei *Populus pyramidalis* unterscheidet sich die Cuticula der Zweige von den Suberinamellen der im selben Schnitte liegenden Korkzellen im Verhalten gegen Kalilauge nur durch grössere Widerstandsfähigkeit. Wenn das Suberin schon gelöst ist, ist die Cuticula noch unverändert. Nach Kochen nimmt sie aber die beim Suberin schon oftmals erwähnte körnig-blasige Structur an. Mit Schulze'schem Gemische liefert sie Cerinsäure. Bei *Salix alba, purpurea* u. a. ist die Cuticula von den tangentialen Korkwänden nur durch etwas grösseren Wachsgehalt verschieden. Gegen Chromsäure, Jod, Schulze'schem Gemisch und Kalilauge verhält sie sich den Korkzellwänden vollkommen gleich. Jede beliebige Cuticula liefert Cerinsäure. In grösster Quantität kann man diese bei *Encephalartos horridus* erhalten. Im Verhalten gegen Kalilauge zeigen die Cuticula meist eine grössere Widerstandsfähigkeit. Das Verhalten gegen Chromsäure ist bei der Cuticula ebenso verschieden, wie beim Korke. Manche leisten selbst nach wochenlanger Einwirknng der concentrirten Säure Widerstand, gerade so wie der Kork von Salix. Darnach ist Pollender's Angabe zu berichtigen. Da ich eine ausführliche mikrochemische Bearbeitung der Cuticula und verwandten Bildungen vorhabe, so begnüge ich mich vorläufig mit den gemachten Angaben.

[1] Pollender, B. Z. 1862. 400.

[2] Payen in Compt. rend. 48. Bd., p. 893.

[3] Journ. de Chim. et Phys. XIII. 449.

[4] Flora.

methoden nicht wesentlich alterirt sein kann, weiss Jeder, der sie je mikrochemisch untersucht hat; es wurde überdies von Pollender[1] gezeigt, dass dies wirklich so ist, und die nach Fremy's Methode behandelte sich ganz ebenso wie die frische verhält.

Das Suberin ist daher ein stickstofffreier Körper, der in seinem physikalischen Verhalten in der Mitte zwischen Cellulose und Pflanzenwachs steht, und sich seiner Zusammensetzung nach diesem nähert. Von Kalilauge wird es wie ein Wachs gelöst, oder verseift und nicht wie Cellulose zerstört und es gelten für dasselbe im Allgemeinen jene Eigenschaften, welche Fremy seinem Cutin zuschrieb, wenn auch nicht in so hohem Grade.

Abgesehen davon, dass ich für einzelne Fälle thatsächliche Identität von Cuticula und Suberinlamelle nachweisen werde,[2] will ich noch zwei Momente hervorheben, welche für eine solche im Allgemeinen sprechen. Den Wachsgehalt und die manchmal vorkommende Verkieselung der Suberinlamelle. Der erstere ist eine die Cuticula und Cuticularschichten der Epidermis in ganz hervorragender Weise auszeichnende Eigenthümlichkeit, und wurde bisher in keiner Korkwandung gefunden. Man hat zwar die wachs- und fettähnlichen Stoffe, welche mit Alkohol aus dem Flaschenkork ausgezogen wurden, als Bestandtheile der Korkwandung angesehen, aber ganz ohne Berechtigung; vom Cerin werde ich zeigen, dass es ein Inhaltsstoff ist und die beiden andern fettähnlichen, ausziehbaren Stoffe (Eulysin und Dekacrylsäure, Siew.) machen zusammen nur 4·75 Procent des Gewichtes der Korksubstanz aus, können daher mit den Gerbsäuren und Phlobaphenen zusammen eine unmessbar dünne Schichte an den Wänden bilden, und sich so der directen Sichtbarkeit entziehen, ohne etwas anderes als Inhaltsstoffe zu sein. In der That sind auch alle diese Stoffe nicht krystallisirbar, und daher zu einer solchen Art des Vorkommens ganz geeignet.

Ich habe zahlreiche Korkarten auf Wachs untersucht, nach der De Bary'schen Methode des Ausschmelzens dünner Schnitte unter Deckglas, durch Erwärmen auf Temperaturen unter 100°; habe aber nur bei den Weidenkorken Wachs in den sehr

---

[1] L. c. 400.

[2] Diese Abhandlung, p. 146.

dicken, tangentialen Wandungen der sehr schmalen Korklagen gefunden. Hier aber, sowie in der darüber liegenden Epidermis in grossen Quantitäten. Alle anderen untersuchten Korke, welche meistens dickwandig waren, und nur wenige Zelllagen zeigten, ergaben negative Resultate. Es ist selbstverständlich, dass unter diesen Umständen massig entwickelte Korke oder sehr dünnwandige, noch weniger Aussicht auf Erfolg geben, was auch die directe Untersuchung einzelner Fälle bestätigte.

Die Thatsache aber, dass es unter Umständen auch in Suberinlamellen zur Wachsbildung kommt, an Orten, welche nicht directe an der Oberfläche der Pflanze liegen, ist ein für die oben ausgesprochene Ansicht über den Korkstoff begreiflicher Weise sehr gewichtiger Stützpunkt.

Was die Verkieselung der Suberinlamelle anbelangt, so verweise ich auf den betreffenden Abschnitt dieser Arbeit, und bemerke hier nur, dass sie wie bisher in keiner wahren Korkzelle gefunden wurde, ich sie aber bei 14 verschiedenen Korken in der Suberinlamelle nachwies, so dass diese, wenn sie es auch nicht so häufig wie die Cuticula thut, ebenso gut wie letztere Kieselsäure in sich aufzuspeichern vermag, und sich daher auch in dieser Beziehung nicht von ihr unterscheidet.

Schliesslich noch Einiges über den angeblichen Stickstoffgehalt des Suberins und den des Korkes überhaupt. Was ersteren betrifft, so habe ich schon aus der Entstehung der stickstofffreien Cerinsäure aus dem Suberin auf die gleiche Beschaffenheit dieses geschlossen.[1] Nimmt man dazu die zweifellose Beziehung, welche das Suberin wie das Cutin zu den Pflanzenwachsen hat, und die

---

[1] Dass dieser Schluss nicht unberechtigt ist, geht aus Folgendem hervor. Ich erhielt aus gewöhnlichem Korke 43 Procent Cerinsäure, Mitscherlich 39·67 Procent; man kann daher annehmen, dass im Mittel 40 Procent davon entstehen. Diese enorme Quantität geht aber nicht aus der ganzen Korkmasse, sondern nur aus dem Suberin hervor, das höchstens 60 Procent des Korkgewichtes, wahrscheinlich aber nur 50 Procent ausmacht, denn 20—30 Procent sind Cellulose, 11—12 Procent N-haltige Stoffe und 10 Procent durch Alkohol ausziehbare Körper; zusammen 41—52 Procent an Stoffen, welche bei der Entstehung der Cerinsäure nichts zu thun haben. Es entstehen daher jene 40 Procent Cerinsäure aus 50—60 Procent Suberin; d. h. bei der Entstehung jener verliert dieses nur etwa

wahrscheinliche Entstehung aus der Cellulose, so kann die schon ausgesprochene Stickstofflosigkeit des Suberins kaum mehr fraglich sein. Hiebei ist daran zu erinnern, dass die nach Fremy's Methode dargestellte Cuticula bestimmt stickstofffrei ist, was ich nicht nur aus den Analysen Fremy's schliesse, sondern durch persönliche Mittheilung von Prof. De Bary erfuhr, der eine Aloë-Cuticula nach Fremy's Methode darstellte und auf den Stickstoffgehalt untersuchen liess. Ausserdem haben auch Meissner und Shepard[1] ihre auf ähnliche Weise bereitete Rohfaser oberirdischer Pflanzentheile, welche jedenfalls die Cuticula mit enthielt, völlig stickstofffrei gefunden.

Wenn daher bei den Bauschanalysen der Korke ein Stickstoffgehalt gefunden wird, so ist dieser nicht auf das Suberin zu beziehen; schon die geringen Stickstoffmengen machen irgend eine Beziehung dieses Elementes zum Suberin unwahrscheinlich. Beim Eichenkork kommen nach Doepping und Mitscherlich durchschnittlich nur $1 \cdot 9\%$ vor, was dem mittleren C-Gehalt von $66 \cdot 7\%$ gegenüber so wenig ist, dass eine Betheilung desselben an der Zusammensetzung des Suberins, welches die Hauptmasse des Korkes ausmacht, sehr unwahrscheinlich macht.

Ebenso häufig wurde der Stickstoffgehalt des Korkes auf Proteinstoffe bezogen, welche in der Membran der Korkzelle eingelagert sein sollen. So Sanio, Mulder und Payen. Die wenigen Thatsachen aber, welche diese zur Beweisführung bringen, sind theils irrthümlich, theils nicht beweisend. So gibt Mulder an, dass concentrirte Salzsäure die Korkzellen eines zweijährigen Zweiges von *Clematis Vitalba* nach 48 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur violett färbt, was ein deutlicher Beweis für die Gegenwart von Protein sei, dies ist bestimmt unrichtig; die Korkzellwände sind hier sehr dünn und nehmen unter besagten

---

20—30 Procent an Gewicht, durch Oxydation; aus 100 Theilen Suberin entstehen 70—80 Theile Cerinsäure. Diese grosse Quantiät lässt auf verhältnissmässig wenig tief eingreifende Zersetzung des Suberins bei dieser Reaction schliessen, und daher in keinem Falle auf eine so wesentliche Veränderung, wie sie die Entnahme des sämmtlichen Stickstoffes wäre.

[1] L. c. 128 *f.*

[2] Versuch einer physiol. Chemie, 1844—51; I. (Übersetzt von Kolbe) p. 507 *f.*



Umständen eine undefinirbare schwärzliche Färbung an. Sanio[1] erzählt von *Viburnum prunifolium*, dass die innere Verdickungsschichte der dickwandigen Korkzellen mit Zucker und Schwefelsäure eine Rosafärbung annehmen. Ich fand bei diesem Korke Mittellamelle und Suberinlamelle sehr dünn, und den Celluloseschlauch sehr dick, und aus fast reiner Cellulose bestehend. Sanio hat nun übersehen, dass dieser schon an und für sich schwächer oder stärker blass-rosenroth gefärbt ist, welche Färbung offenbar von dem rothen Phlobapheninhalt herrührt und mir sonst nicht wieder zu Gesichte gekommen ist.

Es beruht daher diese Angabe auf einem Irrthume, der leicht begreiflich ist. Dass die von Mulder für mehrere Korke angegebenen Gelbfärbungen mit Salpetersäure und Ammoniak nicht beweisend sind, brauche ich nicht hervorzuheben. Die schön violetten Färbungen, welche man bei mehreren Korken (*Pyrus communis*, *Camellia japonica*, *Aesculus hippocastanum* u. a.) nach mehrstündigem Einwirken von concentrirter Salzsäure (auf ganze Querschnitte), aber immer nur in der stark verholzten und dicken Celluloselamelle erhält, rühren von Xylophilin her. In keinem der zahlreichen, hierauf untersuchten Fälle gelang es mir, mit Sicherheit Proteinstoffe in der Suberinlamelle, auf die es hier allein ankommt, nachzuweisen. Ich bemerke auch, dass sich diese mit Chlorzinkjod immer nur schwach gelblich färbt, oft kaum merklich. Erst nach längerer Einwirkung wird sie gelb. Seitdem es Payen[2] gelang, mit verhältnissmässig schwachen Lösungsmitteln aus Kartoffelkork eine, in Cuoam lösliche Cellulose darzustellen, läugnet auch er die Existenz eines *Princip immediat* im Korke, und führt dessen Eigenschaften auf den Wandungen eingelagerte fette, salzige und stickstoffhaltige Stoffe zurück. Letztere Proteinstoffe löste er jedoch durch 25tägige Einwirkung von 10% Kalilauge bei einer Temperatur von 30 — 70° C. und öfterem Wechsel jener heraus, welche nach meinen Erfahrungen völlig genügt, um das wenig widerstandsfähige Suberin des Kartoffelkorkes zu lösen, so dass auch diese Thatsache kein Beweis für die Ein-

---

[1] Pringsheim, Jahrb. f. wiss. Bot. II. Bd., und Bot. Zeitg. 1860, 202.

[2] Comp. rendus 1868, I. 509.

lagerung von Proteinstoffen in die Korkwandung ist, und kein Grund zur Läugnung des Suberins.

Im Flaschenkork kommen durchschnittlich nur 1·9 % N vor, was einem Proteingehalte von 11—12 % entspricht, und im Kartoffelkorke nach Mirbel und Payen[1] 15·19 % stickstoffhaltige Körper. Diese Mengen sind nicht zu gross, um sich nicht in Form einer inneren allseitig der Wandung dicht angelegten dünnen Schichte der Beobachtung gänzlich entziehen zu können. Beim Flaschenkorke würde die Dicke dieser Schichte nur $^1/_8$—$^1/_9$, biem Kartoffelkorke etwa $^1/_7$ der Dicke der Korkwandungen, welche in beiden Fällen dünn sind, betragen; dazu kommt, dass bei letzterem Korke das analysirte Gewebe gewiss nicht frei von jungen, eiweissreichen Korkzellen, und anhängendem Rindenparenchym war, und im Flaschenkorke dickwandige, mit rothbraunem Inhalte erfüllte Zellen ganz häufig sind. Da diese N-reicheren Zellen mitanalysirt wurden, so kann der N-Gehalt des eigentlichen reinen Korkgewebes nicht einmal die gefundene Grösse erreichen. Endlich ist daran zu erinnern, dass es ganz unmöglich ist, dass aus der absterbenden Korkzelle alles Protein herausgelöst wird; es ist vielmehr von vorne herein sicher, dass sich in jeder, scheinbar auch vollkommen leeren Korkzelle eine bestimmte Menge Proteinstoffe finden muss. Bei verkorkten Zellen muss die restirende Proteinmenge sogar grösser sein, als bei irgend einem andern absterbenden Gewebe, das seine Inhaltsstoffe an noch lebende abgibt, wegen der durch die Verkorkung der Wände verminderten Leitungsfähigkeit des Gewebes. Es ist allerdings ebenso sicher, dass sich auch in der Wandung, wenn auch nur sehr geringe Mengen von Proteinstoffen finden müssen, wie überhaupt in jeder Zellwandung, da ja durch diese der Austausch der Stoffe geschieht. Doch handelt es sich hier nicht um diese Spuren, welche in keiner Weise mikrochemisch nachweisbar sind.

Es ist daher die Annahme, dass die Korkwandung Proteinstoffe in reichlicher Menge aufgespeichert enthält, als ganz unbegründet zurückzuweisen.

Nachdem ich in einem früheren Abschnitte gezeigt habe, dass in einer bestimmten Lamelle jeder Korkwandung ein sicher

---

[1] Mém. de l'Acad. des scienc. de l'Instit. de France. XX, 1849, p. 519.

charakterisirter Stoff, das Suberin, vorkommt, versuchte ich in vorstehenden Zeilen nachzuweisen, dass jenes Suberin 73—74% C und über 10% H enthält und stickstofffrei ist, dass es in seinen Eigenschaften in der Mitte zwischen Cellulose und Pflanzenwachs steht, und mit Kalilauge eine Art Verseifung eingeht. Ferner suchte ich nachzuweisen, dass in den Korkwandungen keine hervorragenden Mengen von Proteinstoffen enthalten sind.

γ. Über Verkieselungen von Korkzellen.

Die mannigfachen Analogien, welche zwischen Epidermis und Kork stattfinden, liessen Hugo v. Mohl die Vermuthung aufkommen, dass wohl häufig Zellen des letzteren verkieselt seien. Er fand dies jedoch nicht bestätigt, indem er nur in einem einzigen Falle verkieselte Zellen innerhalb des Korkes antraf, nämlich nur bei ***Broussonetia papyrifera*** Rich. und auch hier nur in geringer Menge, indem nicht die ganze Masse desselben aus verkieselten Zellen besteht, sondern nur einzelne dünne, aus zierlichen Faserzellen bestehende Schichten.[1]

Nachdem ich aber wusste, dass jene Faserzellschichten keineswegs aus Korkzellen bestehen, sondern Phelloid sind,[2] so konnte ich annehmen, dass eigentliche Korkzellen niemals verkieseln, vorausgesetzt, dass das Mohl'sche Untersuchungsresultat richtig ist.

Damit wäre aber ein, wenn auch nicht sehr wichtiger, so doch auffälliger Unterschied zwischen den cuticularisirten Membranen der Epidermis, wo Verkieselung ausserordentlich häufig ist und den Korkzellen gegeben, welcher Unterschied auf ein verschiedenes Verhalten von Suberin und Cutin hätte schliessen lassen.

Indess verhält sich die Sache nicht so, wie Mohl angegeben, sondern ich habe bei einer Reihe von Korken, welche allerdings meist Pflanzen angehören, die durch Kieselsäurereichthum ausgezeichnet sind, verschieden stark verkieselte Membranen gefunden.

---

[1] H. v. Mohl, „Über das Kieselskelet lebender Pflanzenzellen“; Bot. Zeit, 1861, p. 229.

[2] Siehe p. 93 *ff.* dieser Abhandlung.

Wenn aber die constatirte Verkieselung von echten Korkzellen von Belang für jenen angenommenen Unterschied zwischen Cutin und Suberin sein sollte, so musste ich bei dem Umstande, dass in der Regel jede Korkzellwand aus mehreren Lamellen besteht, von welchen nur gewisse Suberin enthalten, zunächst nachweisen, dass es gerade die Suberin-Lamellen sind, wo die Kieselsäure aufgespeichert ist. Davon habe ich mich auch bei allen in dieser Beziehung näher untersuchten Korkzellen überzeugt.

Zunächst ist zu bemerken, dass nirgend die Mittellamelle verkieselt ist, denn überall trennen sich die Skelete der einzelnen Zellen leicht von einander, in dem Momente, wo man verdünnte Salzsäure hinzusetzt. Dieses gilt auch für die nicht verkorkten Zellen von *Boswellia papyrifera*. Es ist hiebei sehr auffällig, wie die Leichtigkeit, mit welcher diese Trennung erfolgt, von der Dicke der Mittellamelle abhängt. Bei *Fagus silvatica*, wo diese sehr dünn ist, ist die Trennung relativ schwierig; während bei allen anderen hiehergehörigen Korken eine dicke Mittellamelle vorhanden ist und beim Salzsäurezusatz sofort ein Zerfallen eintritt.

Wo nun, wie bei *Fagus*, der innere Celluloseschlauch ausserordentlich dünn ist und das Kieselskelet der einzelnen Zellen vielmals dicker, kann es keinem Zweifel unterworfen sein, dass in der Suberinlamelle Kieselsäure eingelagert ist. Es ist aber auch sicher, dass letztere nur in jener Lamelle eingelagert ist. Der Beweis dafür liegt in der Kalireaction der Korkzellen von *Fagus*, bei welcher eine so regelmässige Abscheidung des Celluloseschlauches nach Innen nicht stattfinden könnte, wenn Suberin- und Celluloselamelle eine gemeinschaftliche in Kalilauge quellende Kieselsäuregrundlage zukäme.

Ganz ähnliche Schlussfolgerungen lassen sich, wenn auch nicht mit jener Sicherheit bei *Ulmus suberosa*, *effusa* und *campestris*, *Liquidambar orientalis* und *styraciflua*, *Celtis occidentalis*, *Morus alba*, *Ficus stipularis*, *carica* und *australis* machen, da hier überall die Kieselskelete dick sind und der Celluloseschlauch dünn und mit Kalilauge kaum afficirt abgehoben wird. Jedenfalls aber sind in allen genannten Fällen die Kieselskelete so dick, dass sie unmöglich von dem Celluloseschlauche allein herrühren können. Die stärksten Kieselskelete finden sich bei *Morus alba*,

Ficus carica und *Ulmus*; für sie gilt das Gesagte in hervorragendster Weise.

Diese Fälle, welche die Mehrzahl aller untersuchten bilden, lassen es als höchst wahrscheinlich erscheinen, dass die Suberinlamelle immer der Träger der Kieselsäure ist. Nur bei ***Broussonetia papyrifera*** ist das Kieselskelet sehr dünn und dabei ein ziemlich dicker innerer Celluloseschlauch vorhanden. Hier ist eine Verkieselung des Celluloseschlauches möglich, aber wegen der schwachen Verholzung und dabei scharfen Absetzung dieses höchst unwahrscheinlich.

Man kann daher annehmen, dass es immer nur die Suberinlamelle ist, welcher die Kieselsäure eingelagert ist. Dieser aus den directen Untersuchungsresultaten gezogene Schluss findet eine sehr auffallende Bestätigung durch den Umstand, dass bei *Ulmus suberosa* und ***Liquidambar styraciflua***, welche beide Korkflügel besitzen, und diese aus verkorkten und nicht verkorkten Geweben zusammengesetzt sind, nur die verkorkten zugleich verkieselt sind; so dass, sobald die Suberinlamelle fehlt, dies auch die Verkieselung thut, was offenbar fast ein Beweis dafür ist, dass jene zugleich die Trägerin der Kieselsäure ist.

Durch diesen Nachweis ist aber eine weitere Analogie mit den Cuticulargebilden der Epidermis hergestellt, die, wie bekannt, häufig und gerade auch bei den Pflanzen, wo ich Verkieselung der Suberinlamelle fand, verkieseln.

Was die einzelnen Vorkommnisse betrifft, so ist ***Boswellia papyrifera*** das einzige mir bekannt gewordene Beispiel, wo Phelloidschichten[1] verkieselt sind. Bestimmt sind sie es nicht bei ***Evonymus europaeus***, ***Rubus odoratus***, ***Melaleuca styphelioides***, ***Pinus sylvestris***, ***Tamus elephanthopus*** etc. Bei ***Boswellia papyrifera*** stehen die Phelloidzellen in einfacher Lage; ihre Innenwandung ist sehr dick, mit linienförmigen Vorsprüngen (s. Fig. 14). Die Seitenwände sind sehr dünn und leicht zerreissbar. Die ganze Zelle ist stark verholzt, aber nur die Innenwandung ist (stark) verkieselt. In den Aussenwandungen gelang es mir nicht, Kieselsäure nachzuweisen. Die Trennung der dünnen, papierartigen Korkschichten erfolgt durch Zerreissung der Seitenwandungen,

[1] Siehe p. 93 dieser Abhandlung.

und wird dadurch die dicke, verkieselte Innenwandung die äusserste Schichte des Korkes, einen festen Überzug bildend. (Siehe pag. 99 u. 114 dieser Abhandlung.)

Die folgenden Fälle beziehen sich alle auf echte Korkzellen.

Ich erwähne zunächst *Liquidambar styraciflua* und *Ulmus suberosa.* Es sind dieses zwei Bäume mit mächtig entwickelten Korkflügeln an den Zweigen, die aber der Hauptsache nach nicht aus echten Korkzellen, sondern aus Phelloid bestehen. Jene bilden nur dünne Lagen, deren jedes Jahr eine gebildet wird, und die mit dicken Schichten von verholzten, weitlumigen Zellen abwechseln. Letztere sind gänzlich unverkieselt, während die Korkzellen starke Kieselskelete aufweisen. Wo die Korkflügel fehlen, finden sich nur verkieselte Korkzellen. Dieses letztere gilt auch für die nahen Verwandten dieser beiden Arten, *Ulmus campestris* und *Liquidambar orientalis*, welche beide nur stark verkieselte, echte Korkzellen besitzen.

Bei *Ulmus suberosa* zeigte sich eine Erscheinung, die ich auch bei *Broussonetia papyrifera* und anderen Arten beobachtet habe: dass nämlich der Grad der Verkieselung mit dem Alter des Korkes zunimmt. Dünne Zweige mit fertigem Korke zeigen namentlich bei letzterer Pflanze oft gar keine Kieselskelete, während die Korkmassen vom Stamme, namentlich bei *Ulmus* dicke Skelete liefern. Dass indess auch bei *Broussonetia*, welche von allen untersuchten Korken die zartesten Skelete lieferte, selbst einjährige Zweige verkieselte Korkmembranen haben, ersieht man daraus, dass diese die der Veraschung am längsten widerstehenden Membranen darstellen.

Der Stammkork von *Ulmus effusa*, welcher wie ich weiter unten zeigen werde (s. pag. 90) in Folge der tangentialen Querstreckung eine eigenthümliche Structur von Wand und Inhalt aufweist, zeigt diese selbst noch an den Kieselskeleten, welche sehr dick sind, sowohl am Querschnitte, als in der tangentialen Ansicht. In letzterer erschienen dieselben quergestreift, manchmal fast wie areolirt.

Ähnlich, wenn auch nicht so auffällig verhalten sich die wenig starken Kieselskelete des Korkes von *Fagus silvatica.* Die verwandten Pflanzen *Quercus pedunculata* und *Suber*, *Carpinus Betulus* und *Corylus Avellana* geben keine Kieselskelete.

Der Kork von *Celtis occidentalis* liefert nur dünne Skelete. Doch gelingt es selbst an einjährigen Zweigen dieselben nachzuweisen.

Morus alba hingegen hat einen sehr stark verkieselten Kork und während *Ficus elastica* weder in der Epidermis noch im Korke Kieselsäure erkennen lässt, liefern die nahen Verwandten *australis*, *stipularis* und *Carica*, letztere beide sehr mächtige, Skelete aus beiden Geweben. Schliesslich fand ich auch bei *Magnolia Yulan* und *acuminata* sehr stark verkieselte Korke. *Liriodendron tulipifera* hingegen liefert keine Kieselskelete.

Ausser den angeführten habe ich noch 18 Korke von Pflanzen aus den verschiedensten Familien, indess mit negativem Erfolge untersucht. Es waren zwar meistens solche Arten, die auch in ihren anderen Geweben keinen Reichthum an Kieselsäure aufwiesen, doch befanden sich auch solche darunter, deren Epidermis wie z. B. von *Quercus suber* und *pedunculata*, *Juglans regia*. *Deutzia gracilis* etc. Kieselskelette liefert.

Jene Arten hingegen, welche einen wenigstens theilweise verkieselten Kork zeigen, besitzen sämmtlich auch in der Epidermis so viel Kieselsäure dass sie Skelete liefern. Wo mir dieses nicht schon durch Mohl bekannt war, habe ich es selbst constatirt. So bei *Liquidambar*, *Broussonetia*, *Ficus Carica*, *australis* und *stipularis*, *Magnolia Yulan* und *acuminata*. Man kann daher sagen, dass in der Regel nur solche Arten verkieselte Korke aufweisen, die auch in der Epidermis viel Kieselsäure zeigen.

Von dieser Regel bildet die *Boswellia papyrifera* eine merkwürdige Ausnahme; es ist mir hier nicht gelungen, aus alten Blättern Kieselskelete zu erhalten. Dieses ist in doppelter Beziehung von Interesse, denn zunächst zeigt es uns an, dass wir es hier mit einer ganz besonderen, localen Anpassungserscheinung zu thun haben, die die Verkieselung einer bestimmten Zelle in einer Pflanze zur Folge hat, welche sonst keine erheblichen Kieselsäuremassen aufweist; und dann ist sie eine Bestätigung der Beziehung der Verkieselung der Cuticula zu der der Suberinlamellen, denn hier sind nicht verkorkte Lamellen, sondern verholzte verkieselt.

Was die Untersuchungsmethode betrifft, so habe ich die meisten Korke auf tangentialen und Querschnitten geprüft. Vor der Veraschung wurden sie durch 10—15 Minuten mit warmer Salpetersäure behandelt. Mohl kochte die Schnitte, besonders wenn sie voraussichtlich wenig Kieselsäure enthielten, mit Schulze'schem Gemische, und musste dann das chlorsaure Kali durch Waschen mit Alkohol und Wasser entfernen. Da es aber bei dieser Behandlung hauptsächlich auf die Herausnahme der Aschenbestandtheile und weniger auf Maceration des Gewebes ankommt, so leistet Salpetersäure für sich dieselben Dienste und man entgeht hiebei der Gefahr, das Präparat durch die oft zurückbleibenden Reste des Kaliumsalzes zu verderben.

Zarte Querschnitte wurden auf ein Stückchen Deckglas gelegt, dessen Anschmelzen an das glühende Platinblech durch einige Asbestfasern verhindert wurde.

B. Morphologisches über die Korkzelle.

Das todte Wandgerüste der Korkzelle ist es, das durch seine Eigenschaften im Haushalte der Pflanze eine bestimmte Function erfüllt. Jene werden aber nicht nur durch das Suberin allein bedingt, sondern es sind hiebei in hervorragender Weise gewisse morphologische Momente betheiligt, deren Untersuchung folgende Zeilen gewidmet sind.

1. In unmittelbarstem Zusammenhange mit seiner Function steht der vollständige Mangel an Intercellularräumen im geschlossenen Korkgewebe. Ich habe nur bei sehr schlechten, d. h. sehr schwach verkorkten Korken hie und da zufällige kleine Intercellularräume gefunden, so bei *Aristolochia cymbifera*, *Peixotoa*. Voechting gibt zwar bei *Heterocentron roseum* und *Lasiandra floribunda* an, dass sich im Korke in regelmässiger Anordnung grosse, lufterfüllte Intercellularräume finden, allein diese finden sich, wie ich in einem weiteren Abschnitte zeigen will, nicht im Korke, sondern an der Grenze von solchem und nicht verkorkten Schichten, die ebenfalls vom Korkcambium entwickelt werden. Ganz Ähnliches gilt für *Fuchsia* und einige Myrtaceengattungen.

2. Als Gestaltstypus der Korkzelle kann ein 5—6seitiges, gerades Prisma betrachtet werden, dessen Axe auf der Stamm-

oberfläche senkrecht steht und dessen Höhe sehr verschieden sein kann, aber nie das Doppelte des Querdurchmessers erreicht. Manche Korke nähern sich in Bezug auf die Gestalt sehr auffallend diesem Typus; so *Fuchsia*, *Virgilia lutea*, *Quercus Suber*. Andere, wie *Catalpa syringaefolia*, manche Melastomaceen etc. haben Korkzellen, deren Basis der Länge des Stammes nach gestreckt sind. Nur wenige Korke haben sehr unregelmässige Zellen, von sehr verschiedener Gestalt, von welchen jedoch immer ein Theil leicht auf den angegebenen Typus zurückgeführt werden kann, so z. B. *Rosa*, *Acer striatum*.

Die Höhe oder Dicke der Korkzellen ist, wie gesagt, sehr verschieden. Manche sind fast blättchenförmig: Prunus - Arten, *Staphylea pinnata*; die meisten schmal oder breit tafelförmig, andere prismatisch, so *Quercus Suber*, *Acer campestre*, *Aristolochia cymbifera* u. a.

3. Wie schon aus dem mikrochemischen Theile hervorgeht, kann die Wandung der Korkzelle mannigfache Verschiedenheiten aufweisen, so zwar, dass es nur ein gemeinschaftliches Merkmal für alle derselben gibt, nämlich das Vorhandensein der Suberinlamelle. Zunächst ist zu erwähnen, dass Porencanäle in der Wandung sehr selten sind. Sie kommen überhaupt nur im Celluloseschlauche vor, und zwar nur an der Innenwandung desselben, wenn sie besonders verdickt ist. So bei *Pyrus communis*, *Platanus orientalis*, *Camellia japonica*, *Mespilus germanica*, *Acer Negundo*. Ist die innenseitige Verdickung besonders stark, so können sie, wie nicht selten bei *Platanus*, verzweigt sein. Sie können ferner sehr schmal (*Pyrus*) oder sehr breit sein (*Camellia*, *Mespilus*). Nie erstrecken sich die Porencanäle auf die Suberinlamelle. Ebenso zeigen dünn- oder mässig dickwandige Korkzellen nie Porencanäle, auch wenn die Hauptmasse der Verdickung aus dem Celluloseschlauch besteht. Als allgemeine Regel kann man aufstellen, dass Porencanäle nur dort vorkommen können, wo eine entschiedene Verschiedenheit in der Ausbildung von Aussen- und Innenseite der Korkzelle vorhanden ist, und auch dann kommen sie nur an der Innenwandung vor. Bemerkenswerth ist, dass die Cellulosereste dünner Mittellamellen und Celluloseschläuche meistens in Gruppen angeordnete Tüpfel zeigen, so *Fagus*, *Quercus Suber*, *Ulmus suberosa*, *Virgilia lutea*.

Der Antheil, den jede der drei Lamellen der Masse nach an der Wandung nimmt, ist ausserordentlich verschieden. Jede derselben kann zur dicksten Schichte werden und Celluloseschlauch und Mittellamelle, letztere wenigstens stellenweise, können gänzlich fehlen, d. h. verkorkt und so in die Suberinlamelle aufgenommen sein. Nichtsdestoweniger zeigt jede der Lamellen gewisse Gesetze der Ausbildung, die gewiss mit der Function des Korkes zusammenhängen und nur sehr seltene Ausnahmen zulassen.

Bei *Boswellia papyrifera*, *Strychnos innocua*, *Platanus occidentalis*, *Pyrus communis*, *Camellia japonica*, *Viburnum prunifolium* u. a. bildet die Celluloselamelle die Hauptmasse der Wandung. Bei *Salix*, *Fagus*, *Castanea*, *Virgilea lutea*, *Pyrus Malus* u. s. w. herrscht die Suberinlamelle durch ihre Masse vor und nur bei wenigen Korken *Peixotoa*, *Aristolochia cymbifera*, und vielleicht einigen der dünnwandigen Coniferenkorken die Mittellamelle, d. h. der ausserhalb der Suberinlamelle befindliche Theil der Wandung.

Daran reihen sich jene Korke, bei welchen alle drei Lamellen an der Wandstärke mehr weniger gleichen Antheil haben; hieher gehören namentlich fast alle dünnwandigen Korke. So *Lycium barbarum*, *Rubus caesius*, *Ribes*, *Acer campestre*, *Quercus Suber*, *Solanum tuberosum*, *Pelargonium zonale*.

Was nun schliesslich die Gesetzmässigkeiten betrifft, die sich in der Art der Ausbildung bei den einzelnen Lamellen zeigen, so ist zunächst zu bemerken, dass jede Lamelle allseitig gleich dick sein kann; bei den beiden Inneren ist dieses sehr häufig der Fall, so namentlich bei allen dünnwandigen Korken; aber auch sehr dickwandige können eine allseitig gleiche Ausbildung derselben zeigen: so *Boswellia papyrifera*, *Viburnum prunifolium*, die dickwandigen Zellen von *Quercus Suber*, *Betula alba* etc.

Sehr selten ist aber eine allseitig gleichmässige Dicke bei der Mittellamelle; vielleicht nur bei einigen massigen Korken (*Quercus Suber*, *Acer campestre*, *Aristolochia cymbifera*) und einigen dünnwandigen Coniferenkorken.

Wo aber die Lamellen nicht überall gleich stark entwickelt sind, ergeben sich folgende Regeln, die fast allgemein giltig sind und wahrscheinlich (zum Theile gewiss) mit der Function des Korkes in bestimmter Beziehung stehen.

1. Ist die Celluloselamelle nie aussen verdickt, sondern wenn sie nicht allseitig gleich dick ist, fällt die dickste Stelle auf die Innenwandung. Die Seitenwandungen kommen in den meisten Fällen wegen ihrer Schmalheit gar nicht in Betracht; ihnen entsprechen meist die mitteldicken Stellen des Celluloseschlauches. Die acht Fälle, die dieser Regel entsprechen, sind sämmtliche von mir gefundene, so dass ich keine Ausnahme kenne. Nach Sanio's Angaben ist jedoch *Xanthoxylon fraxineum* eine solche. Die unterseitige Verdickung der Celluloselamelle ist meist sehr auffällig, mit oder ohne Porencanäle. Letzteres ist der Fall bei *Populus pyramidalis*, *Strychnos innocua*, *Calluna vulgaris*.

2. Wenn die Suberinlamelle einseitig stärker entwickelt ist, so ist sie es in der Regel aussenseitig, gewöhnlich ist eine solche aussenseitige Verdickung mit einer innenseitigen der Celluloselamelle verbunden, wodurch eine Art von Gegensatz im Verhalten beider bekundet wird. Diese Regel findet, der Mehrzahl der Fälle (25—30 mir bekannte) wegen, eine viel allgemeinere Anwendung als die vorhergehende. In manchen Fällen ist die starke Verdickung der Aussenwandung sehr auffällig. So bei *Virgilia lutea*, *Cytisus Laburnum*, *Pyrus Malus* und *communis* u. a. Ich kenne nur zwei Ausnahmen, die beide zugleich mit anderen eigenartigen Verhältnissen verbunden sind, so dass ihre gesonderte Stellung auch in dieser Beziehung nicht Wunder nehmen kann. Ich meine *Salix* und einige verwandte Myrtaceengattungen. Bei ersterer Gattung ist die Celluloselamelle ganz dünn, der Suberinschlauch innen sehr dick, aussen dünn. Bei *Callistemon*, *Myrtus* und *Melaleuca* ist die Suberinlamelle aussen und innen dünn und bildet an den Seitenwandungen eine gürtelförmige Verdickung.

3. Die Mittellamelle ist fast immer an den Seitenwandungen viel dünner als aussen und innen. Immer dann, wenn die tangentialen Wandungen auch in anderen Beziehungen von einander Verschiedenheiten aufweisen. Daher ist die Erscheinung an schmalen Korkzellen am auffälligsten. Die wenigen, zum Theile zweifelhaften Ausnahmen, habe ich bereits genannt. Manchmal fehlt sogar die Mittellamelle in einer um die ganze Zelle herumgehenden gürtelförmigen Zone.

C. Die Inhaltsbestandtheile der Korkzellen.

Gelegentlich meiner Untersuchung der Zellwand, habe ich auch auf den Inhalt der Korkzellen einigermassen geachtet, ohne es jedoch als meine Aufgabe zu betrachten, denselben in jedem einzelnen Falle genau zu untersuchen. Nichtsdestoweniger habe ich einige diessbezügliche Thatsachen von einigem Interesse constatiren können, bei Gelegenheit deren Auseinandersetzung ich auch bezüglich der über die Inhaltsbestandtheile der Korkzellen überhaupt gemachten Erfahrungen einige Worte sagen will.

Mehr als die Hälfte aller untersuchten Korke waren aus anscheinend leeren Korkzellen zusammengesetzt; ob sich aber bei vielen oder wie ich vermuthe, bei allen, nicht doch ein Inhalt in Form eines dünnen Überzuges der Wandungen findet, lässt sich im einzelnen Falle, namentlich dann, wenn die Wandungen bräunlich erscheinen, nicht leicht entscheiden, ist aber von vorne herein sehr wahrscheinlich. Bei *Quercus Suber* ist ein solcher Überzug gewiss vorhanden, es sind in ihm sogar grosse nadelförmige Krystalle von Cerin (Phellylalkohol) eingelagert, die bisher gänzlich übersehen worden sind.

Bei manchen Korken sind nur einzelne Zellen oder Lagen leer, andere mit braunem Inhalte erfüllt, so bei *Pinus sylvestris Abies excelsa.*

Von den grössere Mengen von Inhalt führenden Korken zeigen mehr als drei Viertheile nur gelben bis rothbraunen, mehr weniger homogenen Inhalt, der wahrscheinlich complicirter Natur ist, jedenfalls aber Gerbstoffe und Zersetzungsproducte dieser enthält (Phlobaphene). Nur sehr wenige Korke enthalten specifische Inhaltsstoffe. So z. B. bei *Larix europaea* ein schön cochenillerothes Harz, das nur in den Korkzellen vorkommt, und im Alkohol sehr leicht löslich ist. Chlorophyllkörner findet man in ein Jahr alten Korkzellen nur sehr selten und selbstverständlich nur bei solchen Pflanzen, deren Zweige gelblich oder grau und nicht braun erscheinen, deren ältere, todte Korkzellen daher keinen oder nur sehr wenig braunen Inhalt führen. So bei *Sambucus nigra. Populus pyramidalis.* Oxalsaurer Kalk ist im Korkgewebe ebenfalls eine seltene Erscheinung; doch gehören hieher einige interessante Fälle. Bei *Pinus sylvestris* und *Abies*

excelsa liegen in brauner homogener Masse eingebettet, in jeder Zelle bis etwa 100 kleine, tafelförmige Krystalle; bei der Fichte von rechteckiger Gestalt, bei der Föhre beiderseitig zugespitzt. Dieselben kommen jedoch nicht in allen Zellen vor, sondern nur in einer bestimmten, unmittelbar an eine im Korke eingelagerte, dickwandige Schichte nicht verkorkter Zellen angrenzende Lage. Hierüber siehe pag. 107 *ff*.

Bei *Quercus Suber* kommen im Korke, wie es scheint in verschiedenen Sorten verschieden häufig, radial stark in die Länge gestreckte, meist einseitig (nach aussen) zugespitzte, dünnwandige verkorkte Zellen vor, die meist in der Nähe der Innenwandung, von verholztem Zellstoffgebälke getragen, eine Drüse von oxalsaurem Kalke führten. (Siehe Fig. 20.) Die unmittelbar die Drüse umkleidende Celluloseschichte ist am schwächsten verholzt. Diese spindelförmigen Zellen sind von polygonalem Querschnitt und zeigen in Folge des Druckes in radialer Richtung, den jeder Kork erleidet, wellige Radialwände. Sie stehen mit ihrer Längsaxe selbstverständlich senkrecht auf der Oberfläche des Korkcambiums und kommen offenbar dadurch zu Stande, dass in jenen Phellogenzellen, die zu krystallführenden werden, eine gewisse Zeit hindurch die tangentialen Theilungen, die in den umliegenden Zellen in centripetaler Folge ohne Unterlass fortschreiten, unterbleiben. Durch das Tragegebälke reiht sich dieses Vorkommniss an die seit Rosanoff und Pfitzer bekannnten und seitdem sich immer mehrenden Fälle an.

Die Raphiden-Bündel, welche sich in einzelnen Zellen der massigen Bildung von *Testudinaria Elephanthopus* finden, und schon Mohl bekannt waren, gehören nicht hieher, denn sie finden sich nicht in verkorkten Zellen. Siehe p. 97.

Nun komme ich zu zwei specifischen Vorkommnissen: Betulin und Cerin. Über ersteres, das die dünnwandigen Korkzellen von *Betula alba* ganz dicht erfüllt, während die dickwandigen theils leer, theils etwas rothbraune Masse enthalten, habe ich das Nöthige pag. 120 in dem Abschnitte, den ich dem merkwürdigen Birkenkorke gewidmet habe, gesagt.

Das Cerin ist ein specifischer Inhaltsstoff der Bouteillenkorkzellen, in demselben Sinne, wie etwa Kampher und Kampheröl für die oberirdischen Theile des Kampherbaumes. Es hat daher

mit Kork überhaupt nichts zu schaffen. In der Korkzelle finden sich kürzere oder längere nadelförmige Krystalle, welche der Wand angeklebt sind. Manchmal kann man auch einzelne losgelöste sehen, oder solche durch Bearbeiten des Präparates künstlich loslösen: Diess zum Beweise, dass sie nicht der Wand eingelagert sind und dass diese beim Bouteillenkork in der That einen dünnen Überzug, der nebst den Krystallen den Zellinhalt darstellt, besitzt. Die Krystalle haben wenig Ähnlichkeit mit anderen Krystallen und solchen überhaupt; sie sehen wie Striche aus und sind daher bis jetzt übersehen worden. Auch desshalb wohl, weil sie zugleich Falten der Wand sehr ähnlich sehen. Allein die Doppelbrechung, welche die grösseren von ihnen zeigen, macht ihre Krystallnatur zweifellos. Dass sie das zuerst von Chevreul entdeckte und so benannte Cerin sind, geht aus Folgendem hervor. 1. Ist jenes das einzige krystallinische durch Alkohol ausziehbare Product. 2. Stimmen die fraglichen Krystalle mit den aus Kork dargestellten Cerinkrystallen in der Gestalt und den physikalischen Eigenschaften vollkommen überein. 3. Kommen sie in entsprechender Menge vor.

Was den ersten Punkt betrifft, so stimmen die Resultate Chevreul's, Boussingault's, Döpping's und M. Siewert's dahin überein, dass aus dem Alkoholextracte des Korkes zuerst ein ziemlich reichlicher Absatz von Krystallen stattfindet, und dass sich in der darüber stehenden Flüssigkeit keine krystallisationsfähigen Körper mehr finden. Nur Boussingault und Siewert kannten dasselbe in reinem Zustande.

Diese Krystalle sind das Cerin.

Nach letzteren[1] bildet das Cerin[2] weisse, mikroskopisch kleine, nadelförmige Krystalle, die sich gegen Säuren und Alkalien indifferent verhalten; in Wasser unlöslich und beim

---

[1] J. f. p. Ch., 104. Bd., p. 120.

[2] M. Siewert führte für den in Rede stehenden Körper den Namen Phellylalkohol ein. Indessen ist es nur eine Vermuthung des Autors, dass der sogenannte Körper ein Alkohol ist und daher die neue Namengebung nicht gerechtfertigt. Der Name Cerin wurde zwar schon von John an den in Alkohol löslichen Theil des Bienenwachses verliehen, allein dieser ist, wie man jetzt weiss Cerotinsäure und daher der Name Cerin nicht mehr üblich und frei. (Lehrb. d. org. Chem., J. E. Schlossberger, 1860, p. 411.)

Siedepunkt desselben noch nicht schmelzen.[1] Sie lösen sich in 500 Th. siedendem und 5000 Th. kaltem absolutem Alkohol auf.

Alle diese Eigenschaften zeigen auch die Krystalle in den Zellen: In Alkohol lösen sie sich in der Kälte nur schwer auf, weil das in den Zellen eingeschlossene Lösungsmittel nicht viel davon aufnehmen kann. Kochend jedoch sehr leicht. Nach dieser Operation erscheinen die früher oft ganz dicht gestrichelten Wandungen ganz glatt, während Kochen in Wasser oder verdünnten Säuren etc. scheinbar das Bild nicht verändert. In Äther lösen sie sich auf, was Döpping[2] auch für das Cerin angibt. In Kalilauge sind sie unlöslich.

Was endlich ihre Quantität betrifft, so stimmt dieselbe, soweit man diess zu schätzen vermag, vollkommen mit den Procentangaben der Chemiker überein. Chevreul (l. c. 175) fand 1·8—2·55 Procent; Siewert 1·62—1·75 Procent; Boussingault 1·15 Procent Cerin.

In den weitlumigen Zellen kommen die Krystalle oft in sehr grosser Quantität vor, in anderen nur in einzelnen Nadeln. Sie fehlt vielleicht nur in einzelnen der dickwandigsten Korkzellen.

Zum Schlusse bemerke ich noch im Allgemeinen, dass dünnwandige Korke in der Regel leer sind, nur sehr wenig Inhalt führend, während dickwandige fast immer jene rothbraunen Massen enthalten. Von 31 leerzelligen Korken, waren nur fünf dickwandig, von 22 inhaltsvollen nur vier dünnwandig. Ich zweifle nicht, dass diese beiden Thatsachen in einem Zusammenhange stehen, der leicht verständlich ist.

Ferner zeigte sich auf demselben statistischen Wege, dass die Korke um so inhaltsreicher sind, je näher sie ihrer Function und Entstehung nach an die Oberfläche der Rinde zu stehen kommen, vorausgesetzt, dass sie nicht massig entwickelt sind. Dieses

[1] In Huseman (Pflanzenstoffe, p. 1016) steht irrthümlich, dass das Cerin bei 100 Grad schmilzt. Nach dem Original (Siewert, Zeitschr. f. d. gesammten Naturw. 1867, II, p. 136) liegt derselbe über 100 Grad; Döpping und Chevreul, welche unreines Cerin hatten, vermischt mit einem unter 100 Grad schmelzenden Fette, lassen das Cerin bei 100 Grad nicht schmelzen, sondern nur erweichen.

[2] Ann. d. Chem. und Pharm. v. Lieb. und Wöhl. 45. Bd., 1843, p. 292.

deutet darauf hin, dass massige Korke durch ihre Lufthaltigkeit noch eine besondere Function erfüllen.

2. Zerreissungserscheinungen an Korkzellen.

In Folge des Dickenwachsthumes von Holz und Rinde werden die Korklagen in und auf dieser nicht nur einer starken tangentialen Dehnung, sondern auch einem in radialer Richtung wirkenden Druck ausgesetzt. Beide diese Wirkungen unterstützen sich einander in ihrem verändernden Einflusse auf die Korkzelle, und das Resultat davon sind der Gestalt nach stark zusammengepresste und in die Quere gestreckte Zellen und gewisse Veränderungen von Zellwand und Inhalt. Das Mass dieser Veränderungen und die Qualität derselben sind von individuellen Eigenthümlichkeiten der einzelnen Korke abhängig, die sich nicht nur auf die einzelne Zelle beschränken, sondern auch auf die Zeitdauer beziehen, während welcher diese jenen Wirkungen ausgesetzt sind, und die bei verschiedenen Korken sehr verschieden ist.

Die Gestaltsveränderungen der Korkzelle als Ganzes sind hinlänglich bekannt und gewürdigt worden; was hingegen die sich auf Wandung und Inhalt beziehenden Veränderungen betrifft, so sind dieselben bisher gänzlich übersehen worden, zum Theile weil sie meistens ohne mikrochemische Präparation nicht sichtbar sind, zum Theile weil sie nur an einzelnen Objecten in hervorstehender Weise ausgebildet sind. Mit ihnen will ich mich im Folgenden beschäftigen. Es handelt sich um Structureigenthümlichkeiten, die im Gefolge von tangentialem Zug und radialem Drucke an Wand und Inhalt auftreten. Es ist klar, dass solche nur bei Vorhandensein von gewissen Eigenschaften letzterer beider entstehen können; denn würde z. B. die Wandung in allen ihren Schichten vollkommen gleich dehnbar und elastisch sein, so würde sie einfach immer dünner und könnte keine weiteren Erscheinungen aufweisen; eben so gut könnte ein ganz weicher Inhalt, abgesehen von Umrissveränderungen nichts Weiteres durch jene Kräfte erfahren. Nun habe ich gezeigt, dass jede Korkwandung aus fünf Lamellen besteht, die verschiedene chemische und physikalische Eigenschaften besitzen; je stärker eine Lamelle verholzt ist, desto

spröder muss sie sein, während eine Verkorkung eine Vergrösserung von Elasticität und Dehnbarkeit zur Folge haben muss. Diese bekannten Thatsachen, in Verbindung mit der, dass in der Korkzellwand in der That verschieden stark verholzte und verkorkte Lamellen und Schichten überhaupt vorkommen, sind der Schlüssel und die Erklärung der Structurerscheinungen, die starker Zerrung ausgesetzte Korkzellen aufweisen. Was aber den Inhalt betrifft, so können an diesem die in Rede stehenden Erscheinungen keine so allgemeine Verbreitung haben, nicht nur weil derselbe bei etwa 50 Procent aller Korke fehlt, sondern auch weil ganz bestimmte physikalische Eigenschaften dazu gehören, die bei der Wand allgemein verbreitet sind, aber dem Inhalte nur selten zukommen.

Ich beginne mit dem schönsten hieher gehörigen Beispiele: *Ulmus effusa.* Fig. 15 zeigt einen Querschnitt durch den Kork eines älteren, aber noch glatten Astes. Derselbe lässt drei Schichten unterscheiden; eine innere (1, 1), deren Zellen am wenigsten gestreckt sind und am dickwandigsten sind; mit breitem Lumen, vollkommen glatter Wandung und farblosem noch lebendem Inhalte; an diese reiht sich die mittlere Schichte, deren Zellen einen rothbraunen, todten, dabei aber zähen und festen Inhalt zeigen (2, 3, 3); die innerste Lage davon (2) zeigt nichts Auffälliges; die äusseren aber zeigen in der Wandung scheinbar kurze, breite Porencanäle, und einen nicht mehr homogenen Inhalt, denn derselbe erscheint nun aus breiten, dunklen und schmalen, hellen Streifen zusammengesetzt, welche genau den scheinbaren Porencanälen und ihren Zwischenräumen entsprechen. Zugleich bemerkt man, dass diese Zellen bedeutend an tangentialem Durchmesser zugenommen haben, während der radiale abnahm. Die (scheinbaren) Porencanäle sind mit der braunen Inhaltsmasse ausgefüllt. Die dritte äusserste Korklage (4) endlich, wird von noch mehr gestreckten Zellen, ohne oder mit farblos gewordenem Inhalte, gebildet. Hier erscheinen die Porencanäle flacher und breiter und werden weiter nach aussen unregelmässig. Untersucht man nun die tangentialen Ansichten, so wird es sofort klar, dass alle jene Structurerscheinungen Folge der Querstreckung der Korkzellen sind. Der Schichte 2, in Fig. 15, entspricht Fig. 18; den Schichten 3, Fig. 19; beide

letztere Figuren sind einer bestimmten Stelle, über einander liegenden Schichten entnommen. In Fig. 18 ist der Inhalt noch ganz homogen, in Fig. 19 der Quere nach in schmale, helle und breite dunkle Bänder differenzirt, die senkrecht auf der Streckungsrichtung stehen, und offenbar durch local schwächere und stärkere Dehnung entstanden sind. Diese ungleiche Dehnung des Inhaltes wird aber dadurch erzeugt, dass die innerste Schichte der Wandung, welcher er durch den radialen Druck immer fest angepresst ist, in Streifen zerreisst. Wo ein solches Einreissen stattfindet, wird der Inhalt stärker gezerrt, während er zugleich in die entstehende Furche hineingepresst, und daher daselbst auch weniger stark zusammengedrückt wird. Wie Fig. 11 zeigt, besitzen die Korkzellen einen sehr dicken Celluloseschlauch (*c*), eine ebenso dicke Suberinlamelle (*s*) und dünne Mittellamelle (*m*). Der erstere ist stark verholzt; er ist es, der einreisst und die im Querschnitte wie Porencanäle aussehenden Furchen erzeugt. Die Suberinlamelle ist sehr dehnbar und elastisch und zeigt keinerlei Structur, während die Mittellamelle ebenso wie die Celluloselamelle zerreisst, nur kann man ohne der noch zur Sprache kommenden Präparation nichts davon sehen. Weiter nach aussen, wo die Dehnung noch stärker ist und die Inhalte entfärbt oder herausgewaschen sind, wird die ganze Erscheinung wieder undeutlich. Die ganze Wand wird dünner, die Spalten breiter und flacher, und von aussen sieht man nur eine unregelmässige Streifung der Membran. Diess ist die Erscheinung bei Ulmus.

Was den Inhalt betrifft, so kenne ich, abgesehen von Betula, kein weiteres Beispiel. Doch habe ich auf diesen Punkt zu wenig geachtet, um über die Verbreitung der Erscheinung an Inhalten urtheilen zu können. Über Betula werde ich in einem folgenden Abschnitte referiren. Hingegen habe ich mich davon überzeugt, dass Suberinschlauch und Mittellamelle sehr häufig der Quere nach zerrissen sind zu Streifen. Indessen sieht man in den bei weitem meisten Fällen weder auf Querschnitten noch Tangentialschnitten davon etwas, weil meist beide zerreissende Lamellen zu dünn sind, um auffällig in Erscheinung treten zu können. In allen Fällen kommt man indessen zum Ziele, wenn man dünne Quer- oder besser Tangentialschnitte

mit Kalilauge kocht. Da wird die Suberinlamelle gelöst, wenigstens zum grössten Theile, und man kann nun nach Behandlung mit Jod die zerrissenen Lamellen sehen. Auf diese Weise habe ich mich überzeugt, dass alle irgend wie einer dauernden Zerrung ausgesetzten Korke, solche Zerreissungserscheinungen an Celluloseschlauch und Mittellamelle aufweisen. Sehr schön z. B. bei *Cytisus Laburnum*. Hier sind (Fig. 5) die Zellen aussen sehr verdickt, was aber nur auf Rechnung der Suberinlamelle kömmt, denn Celluloseschlauch und Mittellamelle sind sehr dünn. Fig. 6 stellt den mit warmer Kalilauge behandelten Querschnitt durch eine ein Jahr alte Korkzelle dar, Mittellamelle und Celluloseschlauch sind noch ganz, die in der 2—3jährigen Korkzelle, welche wie der entsprechende Tangentialschnitt Fig. 7 lehrt, beide schon zerrissen sind. Man bemerkt, dass diess nur in den Längswänden der Fall ist; sie sind die einzigen der Zerrung ausgesetzten.

Ganz ähnliche Bilder erhält man bei *Abies pectinata*. *Ulmus effusa*, *Juniperus communis*, *Prunus avium*, *Platanus orientalis*, *Corylus Avellana*, *Castanea vesca*, *Quercus pedunculata*, *Rhamnus cathartica* etc.

Bei *Abies pectinata*, wo, wenn der Celluloseschlauch vorhanden ist, derselbe sehr dünn ist, sieht man die Erscheinung nur an der Mittellamelle, aber ausnahmsweise schon ohne Kochen mit Kali, am dünnen Querschnitte. Man sieht in der mässig dünnen Wandung in jeder Zelle 5—8 kurze aber scharfe Unterbrechungsstellen der Mittellamelle. Diess ist aber nur an mehrjährigen Zweigen zu sehen. Auch an Tangentialschnitten zeigt sich die Zerreissung, was sonst bei Mittellamellen nicht der Fall ist. Es erscheint an solchen die Zellwand von schmalen, unregelmässigen Längsrissen durchsetzt.

Bei *Corylus Avellana* zeigt auch der braune Zellinhalt hie und da ziemlich undeutlich Zerrungserscheinungen. Sehr deutlich sind diese nach Behandlung mit Kalilauge am Celluloseschlauche, während ich an der Mittellamelle keine finden konnte. Bei *Castanea vesca* und *Quercus pedunculata* erscheint der Celluloseschlauch oft sehr regelmässig in Ringe zerrissen, und ebenso die Mittellamelle vielfach gespalten. Bei *Rhamnus cathartica* ist dasselbe an der Mittellamelle schön zu sehen. In allen diesen Fällen nimmt man am besten Tangentialschnitte durch die äussersten, bereits gelblichen Zellen ohne Inhalt.

3. Die Korkschichte (*Phellem*) und ihre Bestandtheile.

A. Das Phelloid (anatomisch).

Bekanntlich hat Sanio gefunden, dass das Korkcambium, das Nägeli Phellogen nannte, meistens nicht nur nach aussen den Kork entwickelt, sondern zugleich nach Innen ein chlorophyllhältiges Parenchym, das er *Phelloderma* nannte (Korkrindengewebe). Mohl hatte schon früher die Unterscheidung zwischen Kork und Periderm (Lederkork) gemacht, ohne indessen eine scharfe Definition dieser Begriffe zu geben. Doch geht aus der Anwendung, welche er von seinem Begriffe Periderm macht, hervor, dass er darunter jene Korke verstanden haben will, welche aus flachen, tafelförmigen Zellen bestehen. Es ist jedoch klar, dass eine auf so schwacher Grundlage beruhende Unterscheidung einer allgemeinen Durchführung nicht fähig ist. Nicht nur, dass zahlreiche Korke aus tafelförmigen und radial gestreckten Zellen bestehen, also aus abwechselnden Lagen von Kork und Periderm, im strengen Sinne Mohl's, wie diess in der That von manchen Autoren aufgefasst worden ist[1], sondern viele aus bei der Entstehung radial gestreckten Zellen bestehende Korke erscheinen in Folge des Rindendruckes später aus tafelförmigen Zellen zusammengesetzt. De Bary hat dieses bei der Bearbeitung seiner Anatomie der Vegetationsorgane sofort erkannt und das Wort Periderm, um es nicht verloren gehen zu lassen und einen neuen Namen einführen zu müssen, auf die gesammten im Phellogen den Ursprung nehmenden Bildungen angewendet.[2] De Bary's Periderm gliedert sich daher von innen nach aussen gerechnet in Phelloderm, Phellogen und Kork.

Nachdem ich mir die Mittel verschafft hatte, verkorkte Zellen sicher von verholzten zu unterscheiden, erkannte ich bald, dass nicht alles das, was man bislang als Kork (Periderm Mohl) bezeichnete, wirklich nur aus verkorktem Gewebe besteht, sondern

---

[1] Siehe O. Duchartre, Élém. de Botan. 1877. p. 222 f.; ferner Flückiger, l. c. p. 335.

[2] Die Kenntniss davon verdanke ich einer persönlichen Mittheilung Prof. De Bary's vor dem Erscheinen seines Werkes.

dass nicht selten ein geringerer oder grösserer Theil davon keine Spur von Korkstoff enthält, und nur schwächer oder stärker verholzt ist. Bei einem Theile dieser Korke besteht nur etwa $^1/_3$—$^1/_{10}$ der ganzen Gewebemasse aus solchen nicht verkorkten Schichten, bei anderen etwa die Hälfte, und endlich gibt es zahlreiche, wo $^2/_3$—$^9/_{10}$ der ganzen vom Phellogen nach aussen entwickelten Gewebemassen unverkorkt sind. Es bestehen also diese Periderme (De Bary), aus Phelloderm,[1] Phellogen, Kork und in diesen eingelagerten nicht verkorkten Schichten. So lange man glaubte, dass alles das, was vom Phellogen nach aussen abgeschieden wird, zugleich immer verkorkt ist, konnte man den Begriff Kork, in dem zugleich ein histologisches Moment liegt, rundweg auf jenes überhaupt anwenden. Jetzt ist diess nicht mehr möglich. Hingegen kann man alles vom Korkcambium in centrifugaler Richtung abgeschiedene Gewebe überhaupt und ohne Rücksicht auf seine Zusammensetzung die Korkschichte (Phellem) nennen, und die in dieser nicht selten in regelmässigem Wechsel mit Korklamellen vorkommenden nicht verkorkten Schichten als Phelloid bezeichnen. Durch letzteren Namen wird angedeutet, dass es ein dem Korke (in der Lagerung und Form seiner Zellen etc.) sehr ähnliches Gewebe, aber doch kein echter Kork, sondern ein falscher oder Scheinkork ist, der leicht mit dem eigentlichen zu verwechseln ist, und bisher in der That bei *Boswellia*, *Pinus*, *Evonymus*, *Ulmus* etc. verwechselt worden ist.

In seiner vollständigen Ausbildung besteht daher das Periderm (De Bary) aus Phelloderm, Phellogen und der Korkschichte (Phellem), und diese letztere aus Kork und Phelloid; Phelloderm und Phelloid können gänzlich fehlen. Die Ausbildung von nicht verkorkten Gewebslagen innerhalb eines mit so ausgesprochener Function begabten Gewebes wie der Kork, liess die Vermuthung entstehen, dass dieselben nicht ohne physiologische oder mechanische Bedeutung für die Pflanze sind. Es schien mir von vorne herein wahrscheinlich, dass die Phelloidschichten irgend welche physiologische Arbeit leisten. Diese Vermuthungen haben sich bei näherer Untersuchung in auffallender Weise bestätigt. Ich werde auf diesen wichtigen Punkt aus-

---

[1] Kann auch fehlen.

führlich in einem eigenen Abschnitte zurückkommen, und hier nur so viel davon andeuten, als zum Verständniss der behufs Beschreibung der untersuchten Phelloide gemachten Eintheilung derselben nothwendig ist. Es hat sich, trotzdem ich nur 22 Phelloide genauer untersucht habe, eine ganz natürliche Eintheilung in zwei grosse Gruppen ergeben. Die Phelloide der einen vermitteln die leichte Abspaltung der Borkenstücke von der Rinde, ich nenne sie Trennungsphelloide, während die der anderen durch ihre massenhafte Entwicklung gewissermassen, oder in der That den Kork ersetzen; ich nenne sie Massen- oder Ersatzphelloide. Zu diesen letzteren, welche immer die Hauptmasse der betreffenden Korkschichten (Phelleme) ausmachen, gehören die von *Testudinaria Elephanthopus, Liquidambar styraciflua, Passiflora limbata* (und andere verwandte Arten), *Ulmus suberosa* und *Evonymus europaeus.* Die übrigen untersuchten sind Trennungsphelloide. Diese sind nun zweierlei Art: entweder sind die Korkzellen dickwandig und fest und die dazwischenliegenden Phelloidschichten dünnwandig, und zum Zerreissen in bestimmter Richtung geeignet, oder die Sache verhält sich umgekehrt. Im ersteren Falle bewirken die hygroskopischen Krümmungen von Kork und todtem Rindengewebe die Zerreissung im Phelloid oder an der Grenze dieses mit dem Korke; im letzteren Falle veranlasst das Phelloid mit dem Borkengewebe oder jenes vorwiegend allein, die Zerreissung in den Korklamellen. Im ersten Falle hat man ein passives, im zweiten ein actives Trennungsphelloid. Zwischen beiden sind Übergänge denkbar und kommen solche auch vor. Die Anordnung der Phelloide in der nachfolgenden Beschreibung derselben ist daher folgende:

I. Massen- oder Ersatzphelloide.

Testudinaria Elephanthopus, Ulmus suberosa, Evonymus europaeus, Liquidambar styraciflua, Passiflora limbata, Herbertii etc.

II. Trennungsphelloide.

a) Passive: ***Boswellia papyrifera, Philadelphus coronarius, Fuchsia*** sp., ***Callistemon*** sp., ***Myrtus communis, Heterocentrum roseum, Lasiandra floribunda, Melaleuca styphelioides, Viburnum Opulus, Rubus odoratus.***

b) Active: ***Abies excelsa, Araucaria excelsa, Pinus sylvestris, Taxus baccata, Larix europaea.***

Den Übergang zwischen den activen und passiven vermittelt die ziemlich unregelmässige Bildung bei *Eucalyptus Globulus*. Bei vielen dieser Phelloide ist die Anpassung an die Function eine ganz überraschende, bei anderen wieder nur unvollkommen, bei allen aber mit Sicherheit zu erkennen.

Um leicht und mit ziemlich grosser Sicherheit zu entscheiden, ob ein vorliegender Kork Phelloid enthält oder nicht, genügt es, einen genügenden Querschnitt durch ihn mit Schulze'schem Gemische unter Deckglas zu kochen und dann mit Chlorzinkjod zu behandeln. Die ihres Holzstoffes beraubten Phelloidschichten färben sich blau, während der eigentliche Kork braun wird.

In der Literatur finden sich nur spärliche Andeutungen über das Vorkommen von nicht verkorkten Schichten im Korke, was bei dem Mangel von sicheren Reagentien für Kork- und Holzstoff begreiflich ist. Sanio gibt für *Melaleuca styphelioides* an, dass bestimmte, aus dem Korkcambium hervorgehende Zellen, dünnwandig bleiben und zusammengepresst werden. Bei *Boswellia papyrifera* ist die von Mohl[1] zuerst erwähnte verkieselte Zellschichte Phelloid.

Voechting[2] gibt von *Lepismium radicans* an, dass in unter den Basalzellen gewisser Haarbüschel der Achselsprossen gelegenen Zellen eine Bildung von Korkgewebe stattfinde, dessen Zellen zart bleiben, meist collabiren und sich nicht korkartig verdicken. Da aber auch bei dem echten Korke der Rhipsalis ähnliche Gewebezonen abwechselnd mit ihre Wände verdickenden Korkzellschichten auftreten, so nennt es Voechting einfach Kork. Ist möglicherweise Phelloid, was noch zu untersuchen wäre.

Ich gehe nun zur Beschreibung der einzelnen Phelloide über.

I. Massen- oder Ersatzphelloide.

Die grossen Phellemmassen von *Testudinaria Elephanthopus* sind mehr weniger regelmässig geschichtet. Zahlreiche Schichten von radial gestreckten Zellen wechseln mit etwa 4—10 Lagen von tafelförmigen ab. Zwischen beiden findet sich eine scharfe Grenze. Die tafelförmigen Zellen, welche dem Lumen nach nur

---

[1] Bot. Zeitung, 1861, 229.

[2] Rhipsalideen, Pringsh. Jahrb., IX, 348.

ein Geringes vom Gesammtlumen des ganzen Phellems ausmachen, sind verkorkt, die weitlumigen Schichten hingegen sind Phelloid. Die Zellen dieses sind stark verholzt, vollkommen leer, dünnwandig und mit in unregelmässigen Querreihen stehenden kleinen Tüpfeln versehen. Einzelne nur besitzen rothbraunen Inhalt, welcher hie und da ein Raphidenbündel enthält. Auch die Korkzellen sind dünnwandig, schwach verkorkt und mit dicker Mittellamelle versehen.

Mohl[1] hielt die Phellemmassen von *Testudinaria* für abgestorbene Rindenschichten und sagt, diesem Umstande wäre das Vorkommen der Raphidenbündel zuzuschreiben, die sich sonst nie im Korke fänden.

Bei *Ulmus suberosa* enthalten sowohl die Korkflügel dünner Zweige als auch die Korkmassen an Stämmen reichliche Mengen von Phelloid. In den Zweigflügeln ist die Bildung regelmässiger, und findet sich verhältnissmässig mehr Phelloid vor, als im Stammkorke. In jenen wechseln 2—3 Lagen schmaler Zellen mit braunem Inhalte mit zahlreichen leeren, weitlumigen ab. Es sind jedoch nicht nur jene verkorkt, sondern auch 2—3 Lagen anschliessender weitlumiger, die indess weniger gestreckt sind, als die Phelloidzellen. Auf diese Weise kommt doch eine scharfe Grenze zwischen den Kork- und Phelloidschichten zu Stande. Im Korke dicker Stämme kommen viele Unregelmässigkeiten vor, und ist derselbe nur etwa zur Hälfte aus Phelloid zusammengesetzt, während dieses in den Korkflügeln der Zweige etwa $^{9}/_{10}$ der Gesammtmasse ausmacht. Dieses besteht aus leeren, dünnwandigen, stark verholzten Zellen, mit kleinen, spärlichen Tüpfeln. An jenen Stellen der Zweige, welche der Flügel entbehren, sind nur die schmalen Korkschichten entwickelt, kommt daher hier, wie auch noch bei anderen Pflanzen die Flügelbildung nicht durch massenhafte Korkentwicklung, sondern durch Ausbildung eingeschalteter Phelloidschichten zu Stande.

Am meisten Ähnlichkeit mit der Bildung von *Ulmus suberosa* hat die von *Liquidambar styraciflua*. Ich habe sie nur an Zweigen studirt. Hier werden jedes Jahr zuerst 30—50 Lagen von weitlumigen, leeren Zellen von quadratischem oder radial etwas

---

[1] Vermischte Schriften, 1845, p. 190.

gestrecktem Querschnitte entwickelt, und dann 4—5 Lagen von schmal tafelförmigen, dünnwandigen Zellen, mit rothbraunem Inhalte. Die Grenze zwischen den beiden Schichten eines Jahres ist meist nicht ganz deutlich, hingegen sind die auf einander folgenden Jahre ganz scharf von einander getrennt. Die schmalen Zellen sind stark verkorkt und verkieselt, die weiten nur verholzt. Dieses Alles gilt aber bloss für die Korkflügel; wo diese fehlen, findet sich nur der verkieselte eigentliche Kork.

Hie und da findet man, namentlich an den Seitenflächen der Flügel im Phelloid einzelne verkorkte Zellen, oder kleine Gruppen davon. Die übrige Phelloidmasse enthält jedoch keine Spur von Korkstoff, wie die aus anderen Gründen gemachte genaueste Untersuchung lehrte.

In sehr ausgezeichneter Weise differenzirt ist das Massenphelloid von *Evonymus europaeus*. Hier hat man die vier Korkflügel und die übrigen Korkmassen zu unterscheiden. Beide zeigen sehr wesentliche Verschiedenheiten von einander. Letztere sind sehr unregelmässig entwickelt; stellenweise sehr stark, in wulstigen Massen, stellenweise wieder wenig oder gar nicht. Wo sie fehlen, bleibt die feste, wachsreiche Epidermis erhalten, und man findet diese selbst an 3—4 Centimeter dicken Stämmchen noch stellenweise vor. Diese unregelmässigen Korkmassen zwischen den Flügeln bestehen aus abwechselnden Schichten von sehr verschiedener Dicke, von Phelloid und Kork; diese Schichten sind sehr unregelmässig, mannigfach verbogen und ausgekeilt. Auch finden sich hier, abgesehen von dem wesentlichen Unterschiede beider Gewebe, keine sonstigen auffälligen Differenzen vor. Um so mehr ist dieses bei den vier Flügeln der Fall, welche meist erst im 2. bis 3. Jahre entstehen, und nach Individuen sehr verschieden stark entwickelt sind. Sie können bis vier Jahre lang weiter wachsen und über $^3/_4$ Centimeter hoch werden. Später werden sie durch tiefer greifende Borkenbildung abgestossen. Von den Korkflügeln von *Acer*, *Ulmus*, *Liquidambar* etc. unterscheiden sie sich schon durch ihre Festigkeit, welche von den festen, mässig dickwandigen Phelloidschichten herrühren, die die Hauptmasse derselben ausmachen. Diese werden jedes Jahr zuerst gebildet und bestehen aus derb- und braunwandigen, steifen, radial gestreckten Zellen, welche immer einen oder mehrere

rundliche, rothbraune in Chromsäure leicht lösliche Klumpen enthalten, die den Korkzellen fehlen. Auch zeigen sie immer spaltenförmige Poren. Die mit ihnen regelmässig abwechselnden 3—4 Lagen von Korkzellen, sind ganz schmal und bewirken eine schöne Schichtung. Die Korkzellen selbst sind ganz dünnwandig, schmal, tafelförmig, farblos und ohne Inhalt. Nach innen zu sind diese Lagen scharf vom Phelloid abgegrenzt, nach aussen finden Übergänge statt. Wie man sieht, sind hier Kork und Phelloid sehr auffällig von einander verschieden.

Mehrere Passiflora-Arten besitzen an der Basis ihrer Stämme Korkmassen, die zur Flügelbildung Veranlassung geben und ebenfalls zum Theile aus Phelloid bestehen.

Junge Pflanzen von *Passiflora limbata* besitzen einen sehr schönen, fast weissen, geschichteten Kork. Die weitlumigen Phelloidzellen sind radial gestreckt, die nur schwach verkorkten Korkzellen breit, tafelförmig. Alle radialen Wände zeigen eine ausgezeichnet schöne Wellung, und sind, sowie die tangentialen, sehr dünn und farblos. Sämmtliches Gewebe ist inhaltsleer. Die Grenze zwischen Kork und Phelloid ist hier nur wenig scharf und ist dieses Phelloid das am wenigsten differenzirte unter den mir bekannten. Ganz ähnlich verhält sich *Passiflora Herbertii.*

Die Korkflügeln von *Quercus suber*, *Acer campestre*, *Aristolochia cymbifera*, *Peixotoa* etc. enthalten kein Phelloid, und bestehen aus oft nur sehr schwach verkorktem Korke.

II. Trennungs-Phelloide.

a) Passive.

Boswellia papyrifera bietet eines der ausgezeichnetsten Beispiele für diese Abtheilung. Es wechseln hier 10—15 Schichten von echten Korkzellen mit einer einfachen Zelllage, welche das Phelloid darstellt. Die Korkzellen (s. Fig. 13) sind dickwandig und dabei im natürlichen Zustande so zusammengepresst, dass das Lumen gänzlich verschwindet. Die Suberinlamelle ist ganz dünn, und wird die Hauptmasse der Verdickung von reiner oder schwach verholzter, hygroskopischer Cellulose gebildet. Die Phelloidschichte besteht hingegen aus Zellen, deren Aussen-

wandung dünn, Seitenwandungen sehr dünn und Innenwandung sehr dick sind. Diese letztere ist stark verholzt und, sehr stark verkieselt. Sie zeigt nach innen vorspringende Leisten (siehe Fig. 13 und 14), welche meistens der Längsrichtung des Stammes folgen. Da die Seitenwandungen sehr leicht zerreissen, erfolgt die Trennung der Peridermlagen immer im Phelloid, und werden dabei die so beschaffenen Innenwandungen der Phelloidzellen blossgelegt, und zur äussersten Schichte des Phellems gemacht.

In anderer Weise entwickelt ist der ebenso schöne Kork von *Rubus odoratus*. Derselbe entsteht tief in der Rinde, unmittelbar über dem primären Baste. Die zuerst gebildete Korklage erscheint nach dem Abwerfen der Rinde fein bestäubt oder bereift; sie ist dabei wie alle folgenden zimmtbraun, vollkommen glatt und um den ganzen Stamm herumgehend. Jener Reif rührt von Kristall-Drusen oxalsauren Kalkes her, welche sich in reichlicher Menge in dem Rindenparenchym befanden, unmittelbar ausserhalb der Korklagen, und durch das Zerreissen und Trockenwerden frei geworden sind. Jedes Jahr werden mehrere, der im reifen Zustande locker den Stamm umfassenden Korkblätter gebildet. Jedes derselben bildet einen fast vollkommen freien, mit Längsriefen versehenen Cylinder, deren man an dickeren Stämmen 2—3 und mehr in einander geschachtelt finden kann. Jedes Korkblatt besteht (Fig. 21) normaler Weise aus 3 Zellschichten, von welchen die mittlere wahrer Kork ist, die beiden anderen sind Phelloid. Das Korkcambium entwickelt daher in der Regel abwechselnd je zwei Phelloidlagen und eine Korklage und erfolgt die Trennung der Korkblätter immer in der Mittellamelle zwischen den beiden Phelloidschichten. Die mittlere Zelllage jedes Blattes, die Korkschichte, besteht aus breittafelförmigen, dickwandigen Zellen, die stark verkorkt und sammt ihrem spärlichen Inhalte fast farblos sind. Die braune Färbung der Korkblätter rührt von den Zellwänden der beiden Phelloidschichten her, die dünnwandig sind und stark verholzt.

Die Trennung der einzelnen Blätter wird hier zweifelsohne durch das Dickenwachsthum von Holz und Rinde bewirkt, in Folge dessen die mit einander nur lose verbundenen Schichten, welche sehr unabhängig von einander von aussen nach innen

abtrocknen, an einander verschoben werden und die jeweilige Äusserste einen Längsriss erhält. Dies Alles ist aber nur durch die im Phelloid vorgebildete Trennungsstelle möglich.

Von dem geschilderten normalen Baue kommen im Einzelnen nicht selten Unregelmässigkeiten vor; so z. B. verkorken manchmal einzelne Phelloidzellen, oder findet bei der Trennung der Blätter Zerreissung einzelner Zellen statt.

Bei *Viburnum Opulus* wird im ersten Jahre eine aus 3—5 Zellschichten bestehende Phellemlage gebildet, welche aus 2—4 inneren eigentlichen Korkzellenlagen und einer (nur selten auf kurze Strecken weit sind deren zwei) Phelloidlage bestehen. Die Zellen dieser bestehen aus sehr schwach verholzter Cellulose, so dass schon nach kurzer Einwirkung von kalter concentrirter Kalilauge reine Cellulose zurückbleibt. Wie die Figur (Fig. 22) zeigt, sind die Seitenwandungen derselben dünn, die Aussenwandung mässig, die Innenwandung stark verdickt, dabei schön geschichtet und mit Porencanälen versehen. Das was das erste Jahr geschieht, wiederholt sich nun jährlich, mit geringen aber constanten Modificationen. In älteren Phellemlamellen wird das Phelloid 2- selbst 3schichtig; dabei werden seine Zellen mehr tafelförmig und erhalten rothbraunen Inhalt und ebenso gefärbte Wandungen. Die ober- und unterseitigen Verdickungen werden schwächer und erhalten oft zierlich verzweigte Porencanäle. Die Korkzellen in den Bildungen der ersten Jahre oft radial etwas gestreckt, werden später breit, tafelförmig. Immer sind sie mässig dünnwandig und inhaltsleer.

Ältere Stämme bilden nun oft sehr schöne Korkblätter, welche durch Trennung und Zerreissung im Phelloid zu Stande kommen; dabei fallen die Verdickungsschichten häufig heraus, indem nur die Mittellamellen zerreissen, so dass man an den isolirten Korkblättern das Phelloid nur schwierig findet. Während aber bei *Rubus odoratus* in jeder Phelloidschichte Trennung erfolgt, ist dieses hier, wie bei *Boswellia papyrifera* nicht der Fall. Man findet daher immer in den Korkblättern eingeschlossene Phelloidschichten.

Sehr interessant ist die Entwicklung des Phellems bei *Philadelphus coronarius*, auf dessen merkwürdigen Kork schon Sanio aufmerksam gemacht hat, ohne indessen zwei wichtige

Eigenthümlichkeiten zu bemerken. Ich gebe daher eine nochmalige Darstellung des Sachverhaltes, die nicht nur auf meine eigenen Studien, sondern auch auf Sanio's Beschreibung fusst. Es entstehen hier zusammenhängende Phellemmassen aus mehreren in auf einander folgenden Parenchymzellenreihen der primären Rinde entstehenden Phellogenen. Der nähere Sachverhalt ist aber folgender. Unmittelbar unter der Epidermis des einjährigen Zweiges liegen 6—7 Lagen von collenchymatischen Parenchymzellen, welche, sobald die Korkbildung beginnt, zusammengepresst werden, und sich mit braunem Inhalte füllend, absterben. Auf sie folgt eine einfache Lage von weiteren, dünnwandigen Parenchymzellen, welche unmittelbar an den primären Bast grenzt. Zwischen und innerhalb der Bastbündel folgen noch andere solcher Schichten, welche sämmtlich der Sitz der Phellembildungen sind. Die äusserste derselben begrenzt den Bast aussen, die folgende innen. Indem nun die Zellen jener, ohne sich irgendwie zu theilen, verkorken, entsteht die äusserste Lage der Korkzellen. Man könnte diese in Folge dessen mit einer Endodermis (De Bary) vergleichen (Schutzscheide), aber die Zellen unterscheiden sich durch nichts in der Form von zusammenschliessenden Parenchymzellen, und verlieren ihren Inhalt gänzlich. Was nun die Zellen der folgenden Parenchymschichte betrifft, so theilt sich jede durch zwei centrifugale Scheidewände in drei Tochterzellen, von welchen sich die äussere bedeutend radial streckt und immer verkorkt; ihre Wandungen sind nicht sehr dünn. Die mittlere wird entweder zu einer echten Korkzelle, wo dann ihre Wandung eben solche Beschaffenheit erhält, wie die der äusseren, oder sie verdickt sich etwas, namentlich innen, wo dann auch zahlreiche Porencanäle entstehen, und wird zur verholzten Phelloidzelle; diess findet aber nur selten statt, regelmässig erst in späteren Bildungen. Die innere Tochterzelle kann entweder Kork-, Phelloid- oder Mutterzelle für weitere Theilungen werden; im letzteren Falle verhält sie sich ebenso wie die ursprüngliche Parenchymzelle, aus der sie entstanden ist. Ist aber, wie gewöhnlich, ersteres der Fall, so übernimmt die darunter liegende Parenchymzelle (der nächsten Reihe) die Rolle der Mutterzelle und das Spiel der Theilungen wiederholt sich. Es können aber auch 1—2 Parenchymzellreihen übersprungen und erst die 2. oder 3. Zelle

zur Mutterzelle werden, wodurch jene eingeschlossen werden, gerade so, wie der primäre Bast, der ganz directe vom Korke umschlossen ist. Es ist dieses ein Beispiel für eine so zu sagen condensirte Borkenbildung; eine Borke, die zum grössten Theile aus Phellem besteht.

Im Allgemeinen gleichen sich jene geschilderten Unregelmässigkeiten in der Aufeinanderfolge von Kork und Phelloid so aus, dass dieses in mehr weniger regelmässige Querreihen zu stehen kommt, in welchen, wenn auch selbstverständlich nicht jeder, die Trennung erfolgt, und welche eine Schichtung des Phellems bedingen.

Fuchsia globosa besitzt, wie alle nun noch folgenden Arten mit passiven Trennungs-Phelloiden ein Phellem, das aus abwechselnden einfachen Lagen von Kork- und Phelloidzellen besteht. Die Pflanze bildet Ringel-Borke. Die Korkzellen haben einen sehr regelmässigen quadratischen Querschnitt. sehr dünne, doch steife, braune Wände und sind vollkommen leer.

Die Phelloidzellen sind sehr stark zusammengepresst und oft kaum sichtbar, ganz dünnwandig, schmal, tafelförmig und sind stark verholzt und mit braunem Inhalte erfüllt. Dort, wo sie innen an die Korkzellen grenzen, finden sich hie und da kleinere oder grössere Intercellularräume. Diese liegen unmittelbar ausserhalb (oder über) den radialen Wandungen der Korkzellen, welche eine entschieden dünnere Mittellamelle als die tangentialen besitzen. Die Abtrennung von Phellemlamellen erfolgt hier, wie selbstverständlich, im Phelloid oder an der Grenze von Kork und Phelloid, dort, wo sich die Intercellularräume finden, welche die Spaltungsebenen vorzeichnen. Selbstverständlich aber wird nicht in jeder Phelloidschichte eine Spaltung erfolgen. Der Phelloidtypus, welcher bei *Fuchsia* eben geschildert wurde, kommt auch bei gewissen Melastomaceen und Myrtaceen vor; wahrscheinlich ist er aber noch viel verbreiteter. Bei *Fuchsia* finden sich aber, wie sofort deutlich werden wird, einige Unvollkommenheiten vor, welche schon weniger bei den Melastomaceen bemerklich werden, am schönsten aber bei einigen Myrtaceen eliminirt sind. *Callistemon* und *Melaleuca* repräsentiren den höchsten Grad der Entwicklung dieses Typus.

Heterocentron roseum. Voechting[1] gibt an, dass sich im Korke dieser Pflanze an bestimmten Stellen Intercellularräume finden. Da mir dies unwahrscheinlich schien, untersuchte ich den Gegenstand. Nach genannten Autors Darstellung werden die ursprünglichen Mutterzellen durch zwei rasch auf einander folgende tangentiale Theilungswände in drei Zellen zerlegt, von welchen sich die mittlere rasch tangential streckt und dann verkorkt; die innerste bleibt entweder tafelförmig und verkorkt erst später, oder aber sie wird Mutterzelle und wiederholt den ursprünglichen Theilungsvorgang, wobei immer die äusserste der drei Schwesterzellen tafelförmig bleibt, während die mittlere sich etwas streckt. Auf diese Weise entstehen abwechselnde Reihen von tafelförmigen und radial gestreckten Zellen, welche nach Voechting alle verkorkt sind. An der Innenseite nun der tafelförmigen Zellen entstehen die viereckigen Intercellularräume, welche der Länge des Stammes nach verlaufen. Soweit ich dieses noch untersucht habe, kann ich alles bestätigen, nur verkorken jene tafelförmigen Zellen gar nicht und finden sich daher, wie erwartet, jene wohl ausgebildeten Intercellularräume nicht im Korke, sondern, wie bei *Fuchsia*, aber regelmässig entwickelt, an der Innenseite der Phelloidschichten, welche hier als ausgezeichnetes Trennungs-Phelloid ausgebildet ist.

Der fertige Zustand ist bei *Heterocentron roseum* folgender. Die Phelloidzellen sind kurz, tafelförmig, zusammengepresst, verholzt, sehr dünnwandig; am dicksten sind die Seitenwandungen. Die Korkzellen sind dickerwandig, radial etwas gestreckt, mit nach aussen etwas gewölbten Aussenwandungen (wodurch die Intercellularräume zu Stande kommen), während die Innenwandung völlig gerade ist; auch bei ihnen sind die Seitenwandungen am dicksten; sie liegen den längsverlaufenden Intercellularräumen gegenüber, die im Korke, der, sobald er entwickelt ist, abstirbt, offenbar keine Durchlüftungszwecke haben können, sondern nur im Dienste der Abtrennung der Phellemschichten stehen. Als Lücken mitten im Phellem sind sie aber jedenfalls schädlich, d. h. der Function des Korkes entgegen-

---

[1] Bot. Abhandlungen, von Hanstein herausgegeben. III. Bd., I. Heft, p. 50, in „Bau und Entwicklung der Melastomaceen."

wirkend. Diese schädliche Nebenwirkung der Intercellularräume wird durch stärkere Verkorkung der radialen Wandungen der Korkzellen compensirt.

Nicht nur sind diese dicker, was nur auf Rechnung der Suberinlamelle kommt, sondern sind auch die Mittellamellen theils ungemein dünn, theils fehlend, d. h. verkorkt. Nie geschieht dieses jedoch ihrer ganzen Breite nach, sondern ist immer nur eine mittlere Partie von verschiedener Breite verkorkt. Versucht man daher die Trennung mit Chromsäure, so gelingt diese nur unvollständig, indem die Suberinschläuche seitlich an einer Stelle mit einander fest zusammenhängen bleiben.

Das ganze Phellem von dieser Pflanze besteht daher aus lauter Streifen von zwei Zellen Breite, die von einander durch grosse Intercellularräume geschieden sind; jeder Streifen besteht aus einer äusseren Korkzelllage, mit nach aussen gebauchten Aussenwandungen und geraden Innenwandungen und einer inneren Phelloidzelllage mit nach innen ausgebauchten Innen- und geraden Aussenwandigen. Dadurch hängen die beiden Lagen jedes Streifens fest zusammen, während die auf einander folgenden Streifen leicht von einander trennbar sind.

Fast ganz ebenso verhält sich *Lasiandra floribunda*, und vielleicht noch manche andere Melastomaceae.

Wo bei *Callistemon* sp. das Phellem regelmässig entwickelt ist, zeigt es folgenden Bau. Es besteht aus abwechselnden einfachen Reihen von Kork- und Phelloidzellen. (S. Fig. 23). Je eine innere Phelloid- und äussere Korkzellreihe sind fest und ohne Intercellularräume mit einander verbunden zu Streifen oder Lamellen, die durch grosse, längsverlaufende Intercellularräume von einander getrennt sind. Die sind oft so gross wie ganze Zellen. Die Phelloidzellen sind flach tafelförmig und unterseitig etwas verdickt. Ganz eigenartig sind aber die Korkzellen gebaut. Dieselben sind im Querschnitte breit, tafelförmig oder sogar etwas radial gestreckt, derbwandig; Aussen- und Innenwandung sind dünn, die Seitenwandungen aber besitzen in der Mitte eine gürtelförmig um die ganze Zelle herumlaufende Verdickung, deren Querschnitt spindelförmig ist. In der Mitte sind daher die Seitenwandungen am dicksten und nimmt von da ihre Dicke

nach aussen und innen allmälig ab.[1] Von den Intercellularräumen aus werden dieselben leicht gespalten, schon beim Verfertigen der Schnitte, immer aber nur bis zur Verdickung. Die mikrochemische Untersuchung lehrt nun, dass an Stelle dieser gürtelförmigen Verdickung die Mittellamelle gänzlich fehlt, d. h. verkorkt ist, und dass jene gänzlich auf Rechnung der Suberinlamelle kommt, während die Celluloselamelle überall ziemlich gleich dick ist.

Wir sehen also hier die den grossen Intercellularräumen entsprechenden radialen Wandungen der Korkzellen nicht nur mit in eigenthümlicher Weise verstärkter Suberinlamelle versehen, sondern auch an bestimmter Stelle ohne Mittellamelle. Dies alles um den schädlichen Einfluss der nur zum Zwecke der Trennung entstandenen Intercellularräume auszugleichen.

Dass diese Auffassung die richtige ist, ergibt sich aus den zahllosen Unregelmässigkeiten, die das Phellem bei dieser Pflanze wie auch den andern untersuchten Myrtaceen aufweist. Diese betreffen nicht nur die Vertheilung des Pheiloids im Phellem, sondern auch den Bau der Korkzellen. Diese beiden Unregelmässigkeiten gehen aber Hand in Hand. Wo die Korkzellen in 2—3 Reihen stehen, fehlt die eigenthümliche Verdickung der Seitenwandungen, tritt die Mittellamelle auf, und fehlen aber auch die Intercellularräume. Es kommen auch Mittelbildungen mit sehr schwacher Verdickung der radialen Korkwände, dünnen Mittellamellen und kleinen Intercellularräumen vor; nicht selten findet man einzelne Phelloidzellen, oft Gruppen derselben in überwiegender Menge von Korkzellen eingeschaltet, welche sich dann durch

---

[1] Sanio hatte ursprünglich in seiner Korkarbeit (Pringsh. Jahrbuch II., p. 102) den Bau dieser Korkzellen bei *Melaleuca styphelioides* ganz richtig erkannt, wenngleich die beigebrachte Zeichnung einer Stelle entnommen ist, die nichts weniger als instructiv war. Derselbe sagt: „Macht man feine Querschnitte, so erfährt man, dass sie (die Ringe) einer partiellen ringförmigen Verdickung der Korkzellen entsprechen.“ Hingegen beruht die Angabe, dass gerade an Stelle der Verdickung häufig die beiden Wandungen auseinanderweichen auf Täuschung. Unverständlich ist mir aber, wenn Sanio später an anderer Stelle (Botan. Zeitung 1865, p. 176) die ringförmigen Bänder als durch eine „locale, zarte, äusserst zierliche Faltung hervorgebracht“ sein lassen will, und die früher gegebene, vollkommen richtige Erklärung widerruft. Mit dem schwarzen Punkt Caspary's hat diese Bildung nichts zu thun, und ich habe gefunden, dass wir es hier mit einer localen Verdickung der Suberinlamelle (und nur dieser) zu thun haben.

nichts von gewöhnlichen unterscheiden: Lauter Thatsachen, welche auf's Deutlichste für den Zusammenhang jener Eigenthümlichkeiten, und die oben gegebene Auffassung sprechen. *Melaleuca styphelioides* verhält sich im Wesentlichen ganz ebenso. Die ganze Bildung ist aber etwas regelmässiger, die gürtelförmigen Verdickungen stärker, das Phelloid stärker verholzt. Die Mittellamelle der radialen Korkwände scheint selten ganz zu verkorken, ist aber immer sehr dünn. (S. Fig. 23.)

Myrtus communis zeigt etwas grössere Abweichungen. Der Hauptunterschied liegt darin, dass eine eigentliche gürtelförmige Verdickung fehlt, denn es erstreckt sich dieselbe über die ganze Breite der Seitenwandung. Es hat daher hier die ganze Seitenwandung dieselben Eigenschaften, wie bei *Callistemon* nur ein schmaler Theil derselben. Dieselben sind daher viel dicker als die tangentialen und ist der grösste Theil der Mittellamelle verkorkt. Die Intercellularräume sind dabei wohl entwickelt; die Phelloidzellen zeigten innen starke Verdickung mit schöner Schichtung und schmalen Porencanälen. Sie zeigen rothbraunen Inhalt, während die Korkzellen, wie auch bei *Callistemon* und *Melaleuca*, inhaltsleer sind. Unregelmässigkeiten sind häufig.

b) Active Trennungs-Phelloide.

Araucaria excelsa hat ein sehr schönes Phellem, an welches das von *Prunus avium* erinnert; während aber dieses ganz aus Kork besteht, ist jenes aus abwechselnden Schichten von 4—8 Lagen ganz dünnwandiger leicht zerreisslicher Korkzellen mit ebensoviel Lagen dickwandiger Phelloidzellen zusammengesetzt. Beide Schichten sind ganz scharf von einander getrennt. Die Phelloidzellen sind meist leer, stark zusammengepresst, mit dicker, stark verholzter Mittellamelle und unverholzter, mächtiger, rothbrauner Cellulose-Verdickung. Die Korkzellen sind farblos, ganz dünnwandig, mit starker, cellulosereicher Mittellamelle, ohne Celluloseschlauch.

Durch die hygroskopischen Krümmungen der sehr festen Phelloidschichten, in Verbindung mit der tangentialen Zerrung in Folge des Dickenwachsthumes geschieht die Zerreissung der Korkzellen und Abtrennung der Korkblätter.

Bei *Pinus sylvestris* tritt die Phelloidbildung mit der der Korklamellen schon an dünnen Zweigen auf, und findet sich am

ganzen Stamme, trotz des verschiedenen Habitus der Rinde, in wesentlich derselben Weise entwickelt. Am schönsten lässt sich jedoch das Phellem und die Wirkungsweise des Phelloids an den fuchsrothen dünnen, fast pergamentartigen Borkenschuppen der oberen Stammtheile und dicken Äste studiren. Hier bestehen die schmalen, die Trennung der Borkenschuppen bewirkenden Phellemschichten aus einer mittleren, 3—4 Zellen breiten Lage von sehr dickwandigen Phelloidzellen, an welche sich aussen und innen 3—5 Lagen von ganz dünnwandigen Korkzellen anschliessen. In diesen erfolgt die Zerreissung, und zwar gewöhnlich ausserhalb der derben Phelloidschichte. In Folge dessen wird hier die Oberfläche der Rinde von 2—3 Lagen von Korkzellen eingenommen, deren äussere zerrissen sind, und auf welche das derbe Phelloid folgt. Die Korkzellen sind farblos und meist inhaltsleer, nur jene, welche nach innen unmittelbar an das Phelloid grenzen, besitzen einen rothbraunen Inhalt, in den in jeder Zelle 50—100 kleine rhombische Täfelchen von oxalsaurem Kalk so eingelagert sind, dass sie in einer Ebene parallel den Aussenwandungen der Phelloidzellen, diesen dicht angeschmiegt liegen. Wo die Borkenschuppen über einander greifen, ist die Phelloidschichte doppelt, wesshalb jene einen breiten, durchscheinenden Rand besitzen, der nur aus der Phelloidschichte und den zerrissenen Korklamellen besteht. An solchen Stellen kann man jene krystallinischen Einschlüsse am schönsten studiren. Es erscheint das Phelloid von aussen gesehen ganz dicht mit Krystallblättchen bedeckt. Dem Phelloide verdanken die rothen Schuppen ihre derbe Beschaffenheit, denn jenes besteht aus sehr dickwandigen, stark verholzten Zellen, mit zahlreichen Porencanälen, die durch seitliche Ausbuchtungen fest mit einander verzapft sind. Sie sind es allein, welche die Trennung bewirken.[1]

Die Entwicklung des Phelloides beginnt schon im ersten Jahre. Zunächst entstehen einige unregelmässige Reihen von Korkzellen, dann eine einfache Reihe von Phelloidzellen, welche jedoch nicht den ganzen Zweig umfasst. Innerhalb davon

[1] Schacht (Lehrb. d. Anat. u. Phys. 1859, II, 572) hielt hier so wie bei *Larix* die Phelloidzellen für Kork und schrieb ihnen einen grossen Zellkern und Krystall-Einschlüsse zu. So auch seine Abbildung. S. auch: „Das Mikroscop“. (1855), p. 58.

entstehen wieder einige Korkzellreihen. Erst später wird das Phelloid mehrschichtig, und gewinnt grössere Ausdehnung. Seine beste Entwicklung gewinnt es an dem oben beschriebenen Orte. Hier ist das Phelloid das mächtigste und festeste Gebilde der Rinde. In der älteren, dickschuppigen Stammborke tritt das Phelloid wieder zurück. Es wird nur 2—3schichtig, ist dünnerwandig und die mit grossen zahlreichen Porencanälen versehenen Zellen sind nicht mehr so fest mit einander verbunden. Dafür werden die Korkschichten 5—10reihig und nimmt das Rindenparenchym in den Schuppen überhand. Hier hat das Phelloid seine Wirksamkeit jedenfalls verloren.

In wesentlich derselben Weise sind die Phelleme von *Larix europaea*, *Taxus baccata*, *Abies excelsa*, und andere gebaut.

Am nächsten steht das von *Abies excelsa*, die auch ganz ähnliche feste, rothe Borkenschuppen entwickelt. Selbst die Krystallblättchen in den das Phelloid aussen (und hier auch innen) unmittelbar berührenden Korkzellen fehlen nicht. Sie haben hier eine rechteckige Gestalt.

Sehr ähnlich verhält sich auch *Larix europaea*. Die ältere Stammborke, welche ich allein untersucht habe, erscheint auf dem Querschnitte von rothen, schmalen Streifen durchzogen, welche vom Phellem herrühren, welches aus einigen Lagen von Phelloid, das meist aussen und innen von zahlreichen Lagen Kork begleitet ist, besteht. Dieser besteht aus ganz dünnwandigen Korkzellen, die meist ganz dicht mit einem cochenillerothen Harze erfüllt sind. Die Phelloidzellen sind wie bei der Föhre sehr dickwandig und stark verholzt.

Das Phellem von *Taxus baccata* ist dem von *Pinus sylvestris* sehr ähnlich. Die Phelloidschichten sind indessen nicht so derbwandig und fest.

Was *Eucalyptus globulus* betrifft, so habe ich nur fingerdicke Zweige untersuchen können, deren wachsreiche Epidermis noch zum grössten Theile erhalten ist. Hier ist die Bildung sehr unregelmässig und das Phelloid stellenweise dickwandig, stellenweise dünnwandig. Wo es wohl entwickelt ist, ist ersteres der Fall und besteht dort das Phellem aus 1—4lagigem dickwandigem Phelloid, das beiderseits von 1—5 Korkzellreihen eingeschlossen wird, die ganz dünnwandig und breit tafelförmig sind. Die

Phelloidzellen sind aussen mässig, innen sehr dickwandig und daselbst mit zahlreichen grossen und breiten Porencanälen versehen; das kleine, oft nur schmal spaltenförmige Lumen enthält etwas Phlobaphen-Inhalt; sie sind stark verholzt und zeigen, wie auch fast alle genannten Coniferen-Phelloide schöne Schichtung der Wandung.

So typisch es im geschilderten Falle als actives Trennungs-Phelloid entwickelt ist, so kommen doch stellenweise Bildungen vor, die sich denen der übrigen Myrtaceen nähern. In diesem Falle nimmt das Korkgewebe überhand, und das Phelloid wird dünnerwandig und einreihig.

Ich vermuthe, dass an dickeren Stämmen bei weiter vorgeschrittener Korkbildung, die eine oder andere jener Ausbildungsweisen des Phelloids zur Regel wird.

B. Das Phelloid (physiologisch).

Ich habe im letzten Abschnitte ein Gewebe (Phelloid) kennen gelehrt, das selbst nur mehr weniger stark verholzt, mitten im echten Korkgewebe eingeschlossen ist. Gerade so, wie der Kork in Folge seiner Entstehungsart eine mehr weniger ausgesprochene Schichtung zeigt, auch dort, wo er allein seine Entstehung aus dem Phellogen nimmt, erscheint auch das Phelloid immer, in mehr oder weniger vollkommener Art, schichtenweise im Korke eingelagert. Der Kork ist nun ein Gewebe, das vielleicht mehr als irgend ein anderes, das Gepräge der ihm zufallenden Function in der physiologischen Werkstätte der Pflanze trägt, und es sind eine Reihe von hervorragenden Eigenschaften, die dasselbe charakterisiren und sich selbst auf die Gestaltung der Korkzelle erstrecken. Diese Eigenschaften habe ich an einem anderen Orte dieser Abhandlung genügend hervorgehoben, und bemerke hierzu jetzt nur noch, dass wohl kein massig entwickeltes Gewebe so rein ist, d. h. so frei von fremden Elementen, die augenscheinlich mit der Hauptfunction desselben nichts zu thun haben, und in allen Fällen dieselbe beeinträchtigen müssen. Wenn nun ein solches Gewebe, von anderen aus demselben Cabium hervorgehenden Schichten mannigfach unterbrochen wird, so erscheint es als sehr wahrscheinlich, dass diese jenes in seiner Function entweder nach

irgend einer Seite hin unterstützen, oder besondere Functionen haben muss. Es ist dabei nicht gesagt, dass man bei jedem beliebigen Gewebe auch die Bedeutung heterogener Elemente sofort erkennen muss, dass dies in diesem speciellen Falle möglich war, liegt in der Einfachheit der Function und der Vollkommenheit der Anpassung der Gewebe an dieselbe. Wie aus der bereits gegebenen, sofort klar in die Augen springenden Eintheilung ersichtlich ist, finden sich beim Phelloid beide soeben angedeutete Fälle, die hier strenge genommen eigentlich nicht von einander geschieden werden können. Denn offenbar müssen sich auch in jenen Korken und Rinden überhaupt, welche keine besonderen, den Kork- und Borkenabwurf beschleunigenden Gewebe besitzen, Einrichtungen finden, welche einen solchen möglich machen, wenn derselbe überhaupt statthat und es ist zweifellos, dass dann auch der Kork selbst seinen Beitrag dazu leistet. In vielen Fällen ist dieser sehr auffällig und massgebend; so z. B. bei den geschichteten Peridermen Mohl's, oder den ganz dünnwandigen Ringelborke erzeugenden Korken von ***Lycium barbarum***, ***Ribes***, ***Rubus caesius*** etc. in anderen weniger erkennbar, oder in der That fehlend ***(Quercus Suber)***. Ich habe diese Frage, die ein besonderes Studium verdiente, nicht weiter untersucht. Nichtsdestoweniger kann man die beiden Hauptgruppen der Massen- oder Ersatz- und der Trennungs-Phelloide gut auseinanderhalten, da, wenn auch wie eben dargethan, beide Functionen des Korkes unterstützen, diese doch von ganz verschiedener Art sind.

Was die Massenphelloide betrifft, so ist zweifellos, dass sie in Verbindung mit den eingeschalteten dünnen Korklagen dieselbe Function verrichten, wie die ebenso mächtigen, aber ganz aus Kork bestehenden Massen von ***Quercus Suber*** und ***occidentalis***, ***Acer campestre***, ***Peixotoa***,[1] ***Aristolochia cymbifera*** etc. Ich habe schon einmal bemerkt, dass die Verkorkung der Wandungen im Allgemeinen um so stärker ist, je dünner die den Schutz gewährenden Korkschichten sind. In Folge dessen haben ***Fagus***, ***Salix*** etc.

[1] Was die Art betrifft, siehe Fr. Müller, Bot Zeitung 1866; De Bary, Anatomie der Veget. Org. p. 593.

ungemein stark verkorkte Korkzellen und die eben angeführten Arten mit mächtigen Korklagen schwach verkorkte. Dies ist bei den Korkeichen noch wenig auffällig, bei *Acer campestre* schon mehr; noch mehr bei *Peixotoa*, einer Malpigiaceae, und bei dem genannten Osterluzei so sehr, dass man daselbst versucht wäre, das ganze Phellemgewebe als Phelloid, Scheinkork zu erklären, wenn es nicht mit Mühe gelänge, eine schwache Verkorkung doch zu constatiren. In allen diesen Fällen ganz ausnahmslos, zeigt sich im Korke eine Differenzirung, nicht nur bezüglich der Wandstärke, sondern auch der Verkorkungsstärke. In Folge der ersteren, in Verbindung mit geringen Zellform-Veränderungen entsteht eine Schichtung, welche all und überall der Zeit der Entstehung nach eine jährliche Periode hat. Die dünnwandigen und weitlumigen und schwächer verkorkten entstehen zuerst im Jahre, die anderen, welche immer stärker verkorkt sind, später. Die stärkere Verkorkung dieser ist bei *Acer campestre* und *Peixotoa* sehr auffällig, aber bei Allen zweifellos. Geht diese Differenzirung in der Verkorkungsstärke noch weiter, so dass die zuerst gebildeten gar nicht mehr verkorken, so haben wir das Massenphelloid; zu diesem ist bei *Acer*, *Peixotoa* und *Aristolochia* nur ein kleiner Schritt. Bei *Acer campestre* finden sich unter den weitlumigen Korkzellen einzelne, ungemein schwach verkorkte, während die flachen stark verkorkt sind. Bei *Aristolochia cymbifera* gelingt es nicht, in jeder der weiten Zellen mit zweifelloser Sicherheit Suberin nachzuweisen.

Wir finden desshalb bei allen in dieser Beziehung geprüften Massenphelloiden, die Phelloidbildung zuerst im Jahre vor sich gehen, und dann erst die Korkbildung eintreten, sowie immer mehr weniger auffällige Übergänge zwischen beiden. Diese sind am auffälligsten bei *Liquidambar styraciflua* und *Ulmus suberosa*, während *Evonymus europaeus* und *Testudinaria* sehr wohl differenzirte Phelloide besitzen. Wir können auf diese Weise die Entstehung der Massenphelloide aus Korkmassen directe verfolgen. Die Art, wie diese aber vor sich geht, macht den Eindruck einer Theilung in eine Arbeit, der durch die alleinige Verkieselung der Korkzellen bei *Ulmus* und *Liquidambar* noch stärker wird. Ob hier aber wirklich eine Arbeitstheilung statthat, und welches die Arbeit oder Function der Phelloidmassen

ist, mag dahin gestellt sein.[1] Sicher ist es aber, dass grosse Phelloidmassen von den Eigenschaften, wie sie in der Natur vorkommen, den Kork einigermassen zu ersetzen im Stande sind, daher mag einstweilen der Name Ersatz-Phelloid als synonym gelten. Was die Trennungs-Phelloide betrifft, die viel auffälliger und unvermittelter in Korkmassen eingeschaltet sind, so findet man bei ihnen, ihrer entschiedenen Anpassung an eine andere Function entsprechend, keine Spur von Anzeichen über ihre Entstehungsart. Doch ist es als sicher anzunehmen, dass sich die meisten von ihnen, etwa mit Ausnahme der vom *Fuchsia*-Typus, von *Philadelphus* und *Viburnum Opulus*, aus geschichteten Korken entwickelt haben. Bei *Araucaria excelsa* ist die Ähnlichkeit des Phellem-Querschnittes mit dem eines gewöhnlichen geschichteten Korkes sofort in die Augen springend.

Während aber die physiologische Bedeutung der Massenphelloide wenig klar ist, ist es bei den Trennungs-Phelloiden zweifellos, dass ihnen die durch den Namen angedeutete Function zukommt. Einzelne Fälle besonderer Anpassung sind so frappant, dass man auch in jenen Fällen, wo weniger Regelmässigkeit herrscht, über die eigentliche physiologische Bedeutung derselben nicht in Zweifel kommen kann. Zunächst lehrt die directe Beobachtung, dass zwei Hauptgruppen der Trennungs-Phelloide unterschieden werden können und müssen. Bei den einen geschieht die Spaltung des Phellems immer im Korke und sind die zugleich vorkommenden Phelloide in ganz besonderer und auffälliger Weise verdickt, mit aus reiner oder stark verholzter Cellulose bestehenden Wandungen. Dabei bilden die so beschaffenen Phelloide entweder das alleinige bei dem Vorgange der Trennung in Betracht kommende Gewebe, *Araucaria excelsa*, dünne Borkenschuppen von *Pin. sylvest.*, oder spielen hierbei eine mehr weniger hervorragende Rolle. (Die übrigen unters. Coniferen.)

Bei den anderen geschieht die Spaltung des Phellems nicht im Korke, sondern entweder durch Zerreissung der Phelloidzellen (*Boswellia papyrifera* sehr regelmässig; wenig bei *Philadelphus coronarius* und *Viburnum Opulus*) oder durch

[1] Siehe die Bemerkung über die massigen Korke, p. 88.

zwischen zwei Zellreihen, entweder im Phelloid selbst (*Rubus odoratus*), oder zwischen diesem und dem Korke angelegte Trennungsebenen. (*Fuchsia*, *Myrtaceae*, *Melastomac.* sp.) Ich habe diese beiden Hauptarten von Trennungs-Phelloiden als active und passive bezeichnet und damit die Rolle, die sie bei dem in Rede stehenden Vorgange haben, gekennzeichnet. Es ist leicht, sich sehr zahlreiche Arten der Ausbildung von Trennungs-Phelloiden vorzustellen, da es ja dabei im Wesentlichen nur auf Einschaltung von nicht verkorkten Zellschichten ankommt, die Art und Weise, die Periodicität der Einschaltung aber, sowie die Gestaltungsverhältnisse der zusammensetzenden Zellen einen weiten Spielraum von Möglichkeiten der Ausbildung zulassen. Um so frappanter ist es daher, wenn wir bemerken, dass sich die 15 aufgefundenen Trennungs-Phelloide auf wenige (5) Typen reduciren, deren Repräsentanten, wo solcher mehrere vorhanden sind, eine ganz merkwürdige Übereinstimmung in der Ausbildung zeigen. Diese Typen sind: *Boswellia papyrifera*, *Viburnum Opulus*, *Callistemon*, *Rubus odoratus* und *Pinus sylvestris*.

Mit *Callistemon* stimmen *Myrtus*, *Fuchsia*, *Melaleuca*, *Heterocentron* und *Lasiandra*, mit *Pinus sylvestris*, *Taxus*, *Larix* und *Abies* in so auffälliger Weise überein, dass zu ihrer Charakterisirung die Betrachtung der Typen selbst genügt. Diese einheitliche Ausbildung bei verschiedenen Gattungen deutet mit grosser Bestimmtheit auf gemeinsame Ursachen und Bestimmung hin. Die nachfolgende kurze Betrachtung der einzelnen Typen soll zeigen, in welcher Weise bei ihnen der Bau des Phellems nicht nur geeignet ist, die Abtrennung der Kork- und Borkenschuppen zu ermöglichen, oder zu bewirken, sondern auch die eventuell im Baue selbst begründete Beeinträchtigung des Korkschutzes zu compensiren.

1. *Boswellia papyrifera*. Hier sehen wir zahlreiche mächtig verdickte Korkzelllagen mit einer einzigen Phelloidschichte abwechseln. Jene sind ausserordentlich fest, mit sehr dicker, kaum verholzter innerer Cellulose-Auskleidung. Die Suberinlamelle ist sehr dünn, so dass es kaum zweifelhaft sein kann, dass trotz derselben dieser Kork, wenn auch nur schwache hygroskopische Krümmungen auszuführen im Stande ist. Durch diese erfolgt die Zerreissung in der Phelloidschichte, welche zu

diesem Vorgange und seinen Folgen ganz besonders angepasst erscheint. Denn die Seitenwände sind so dünn und spröde, dass es nicht gelingt, einen vollständigen Querschnitt durch die Zellen zu erhalten; sie sind stark verholzt. Erfolgt die Zerreissung, so wird selbstverständlich die Innenwandung frei gelegt und kommt an die Oberfläche der grossen Korkblätter zu stehen, gewissermassen die Cuticula vertretend. Dazu ist sie nun in Folge sehr starker Verkieselung und Verholzung und ihrer bedeutenden Dicke ganz besonders angepasst. Ausserdem zeigt sie vorspringende Leisten, welche auffälliger Weise im Allgemeinen so gerichtet sind, dass sie der Länge des Stammes nach verlaufen, was auch mit ihrer temporären Function in Beziehung stehen mag.

2. *Viburnum Opulus* (und *Philadelphus coronarius*). Dieser Typus ist dadurch charakterisirt, dass 1—2 (selten bei *Viburnum* 3) Phelloidzellschichten mit 1—3 Korkzellschichten wechseln. Vom fertigen Zustande abgesehen, hat aber *Philad.* mit *Vib.* nichts zu thun. In beiden Fällen ist die Einrichtung ziemlich unvollkommen; die Korkzellen sind dünnwandig und nicht weiter ausgezeichnet. Die Phelloidschichten sind schwächer (*Vib.*) oder stärker (*Phil.*) verholzt und zeigen bei letzterer Pflanze an der Innenseite manchmal kleine Intercellularräume. Die Trennung erfolgt bei *Viburnum* meistens durch Zerreissung, bei *Philadelphus* stellenweise auch durch Ablösung an der Innenseite der Phelloidzellen vor. Bei *Philadelphus* wird die Abtrennung durch die in den korkreichen Borkenstücken eingeschlossenen Rindenparenchym- und Bastmassen bewirkt; bei *Viburnum* wohl hauptsächlich durch die äusseren Phelloidmassen selbst, die vertrocknen, während in den inneren Zerreissung erfolgt.

3. *Rubus odoratus* hat einen Phellem-Typus, dessen Eigenartigkeit darin besteht, dass auf je 2 Schichten dünnerwandiger Phelloidzellen, je eine dickwandige Korkzellenreihe kommt. Die Trennung erfolgt mitten im Phelloid, wenn regelmässig, so ohne Zerreissung. Auf diese Weise entstehen Korkblätter, die aus drei Zellschichten bestehen, wovon nur die mittlere Kork ist. Die Trennung geschieht schon durch das blosse Abtrocknen der von einander sehr unabhängigen Korkblätter in Verbindung mit dem Dickenwachsthum des Stammes und der vorgebildeten Trennungsebene.

4. *Callistemon* repräsentirt einen sehr ausgezeichneten und verbreiteten Typus (Fig. 23). Wo er wohl entwickelt ist, wechseln je eine Zelllage Kork und Phelloid mit einander ab. Dabei ist jede Korkzelllage mit der folgenden Phelloidlage fest verbunden, während sie mit der ausserhalb ihr liegenden nur in lockerem Zusammenhange steht, so dass das ganze Phellem in Lamellen zerfällt, die aus 2 Zellschichten bestehen und von einander durch längsverlaufende Intercellularräume getrennt sind. Diese zeichnen die Trennungsebenen vor. Da sie aber, mitten im Phellengewebe verlaufend, offenbar der abschliessenden Wirkung des Korkgewebes entgegenarbeiten, so besitzen die radialen Korkzellwände, die ihnen entsprechen, ganz besonders dünne oder stellenweise verkorkte Mittellamellen und entweder eine etwas grössere Dicke, als die tangentialen (*Fuchsia*, *Melastomaceae* sp.) oder ganz eigenartige, sonst nicht wiederkehrende Verdickungen der Suberinlamelle (*Myrtaceae* sp.). Die Trennung geschieht durch das Borkenparenchym überhaupt, wo solches vorhanden. Nicht selten geschieht indess auch Zerreissung, aber immer im Phelloid.

5. *Pinus sylvestris* und *Araucaria excelsa* repräsentiren die activen Trennungs-Phelloide, die mit einander sämmtlich sehr übereinstimmen. Es bestehen dieselben immer aus mehrschichtigen, sehr dickwandigen Phelloidlagen, und damit abwechselnden, ganz dünnwandigen, stark verkorkten 3—10 Korkzelllagen, durch deren Zerreissung die Trennung erfolgt, welche entweder nur durch die Phelloidschichten (*Araucaria*, *Pinus sylvestris* stellenweise), oder mit Beihilfe des Borkenparenchyms geschieht, wie bei älterer Borke meist.

Ich habe in den über das Phelloid gemachten Bemerkungen die teleologische Seite so sehr in den Vordergrund gestellt, dass ich jetzt bemerken muss, diess nur aus Gründen der einfachen und fasslichen Darstellung gethan zu haben. Wie ich über die Entstehung des Phelloides denke, habe ich bereits bemerkt. Den Weg zu diesbezüglichen Vorstellungen überhaupt, hat Darwin in genügender Weise geebnet, so dass ich mich, da, von den Massenphelloiden abgesehen, nähere Anhaltspunkte ohnedies fehlen, nicht weiter darauf einzulassen brauche.

ANHANG.

Über den Birkenkork.

Bei Gelegenheit des mikrochemischen Studiums des Baues der Korkzellwand beim Birkenkorke, wurde ich auf einige andere Eigenthümlichkeiten desselben aufmerksam, die mich veranlassen, über ihn speciell einige Worte zu sagen.

Ich will zunächst eine zusammenhängende Darstellung meiner eigenen Beobachtungen geben, um erst am Schlusse die sich auf bestimmte Punkte bezüglichen Literaturnotizen in Form von Anmerkungen zu machen.

Die Frage, welche Eigenschaften die Peridermzelle eines Baumes bezüglich ihrer Gestalt, ihres Inhaltes, ihrer Wandung etc. besitzt, ist in den meisten Fällen nicht mit wenigen Worten zu beantworten. Die Ursache davon liegt darin, dass alle diese Eigenschaften nicht nur von den Zweigspitzen bis zum Stammgrunde wechseln, sondern auch an einer und derselben Stelle von aussen nach innen. Abgesehen davon, dass das Korkcambium selbst die Gestalt seiner Zellen in Folge der Zerrung beim Dickenwachsthume des Stammes und Zweiges ändert, bildet es auch nach aussen häufig Korkzellen, ganz verschieden in Gestalt und Inhalt successive aus und immer ist die äusserste Korkzelllage, als Theil der Urmutterzelle verschieden von den nächstfolgenden, diese meist auch mehr weniger von den folgenden, und oft erst in späten Stadien werden entweder alle Korkzellen gleich, oder stellt sich eine regelmässige Periodicität ein.

Eine schöne Illustration zu dem Gesagten bildet der Birkenkork und ich gehe um so lieber zu einer ausführlicheren Darstellung desselben über, wie man vielleicht an diesem Orte erwarten dürfte, als dieses so bekannte Object in mehr als einer Beziehung zu den am meisten missverstandenen gehört, wie bald klar werden wird.

Ich bemerke indessen sofort, dass ich mich im Folgenden nur auf den fertigen Zustand des Korkgewebes einzulassen gedenke: Die Entwicklungsgeschichte hat Sanio erschöpfend

dargestellt und die Lentizellen, die hier noch manches Unklare bieten, habe ich nicht näher untersucht.

Im obersten Internodium einjähriger Zweige liegen unter der Epidermis 2—3 Reihen dünnwandiger, wie die Epidermis mit rothbraunem Inhalte versehene Korkzellen und 5—7 dickerwandiger, farbloser und tafelförmiger; von aussen gesehen sind dieselben isodiametrisch; sie zeigen (im April des zweiten Jahres) noch keinerlei Querstreckung, sondern sind eher etwas länger wie breit. Im Beginne des zweiten Jahres beginnt die Epidermis abgestossen zu werden. An zweijährigen Zweigen ist die Epidermis nur mehr an der der Wetterseite abgewendeten Seite in Form eines grauen Streifens vorhanden und lässt der Kork deutlich zwei Schichten erkennen: In jeder der Schichten, welche den beiden Jahren entsprechen, nimmt die Zellwanddicke nach innen zu, wodurch eine scharfe Grenze beider zu Stande kommt. Nun sind die äussersten, braunen Korkzellen des ersten Jahres, schon 4—6mal breiter wie hoch und die inneren kaum gestreckt, während die des zweiten Jahres, sowie des Phellogens, keine Streckung aufweisen.

Wo die Epidermis noch erhalten ist, zeigt die Korklage des ersten Jahres noch fast genau dieselben Eigenschaften, die sie im Jahre ihrer Entstehung hatte; wo aber jene schon abgestossen ist, da ist die Bräunung der Inhalte weiter nach innen fortgeschritten, während die äussersten Zelllagen verloren gingen: Wodurch die Schichtung wieder undeutlich wird. Die Korklage des zweiten Jahres ist 10—12schichtig; die äusseren, erstgebildeten Lagen sind dünnwandig, weitlumig, während die inneren nur spaltenförmige Lumina besitzen.

Viel unklarer sind schon dreijährige Zweige; denn die Bildung des ersten Jahres ist schon zum grössten Theile verschwunden: Ein dünnes, farbloses Häutchen, ohne Andeutung der Lumina, ist der letzte Rest davon. Die Schichte des zweiten Jahres ist nun schon fast ganz gebräunt und zeigt sich zugleich gänzlich verändert; sie hat nun nämlich in allen ihren Zelllagen fast gleiche Zellwanddicke, was aber nicht auf ein Dickerwerden der dünnen, sondern auf ein Dünnerwerden der dicken Zellwände in Folge des Dickenwachsthumes von Holz und Rinde zurückzuführen ist; der im Gefolge dieser entstehenden Querspannung

können die dünnwandigen Korkzellen vermöge ihres radial breiteren Lumens ohne Zerrung ihrer Wandung unter Zusammendrückung leicht folgen, während die mit spaltenförmigem Lumen versehenen dickwandigen eine Dehnung ihrer Wandung erleiden. So kommt eine Ausgleichung der ursprünglichen Verschiedenheiten von äusseren und inneren Korklagen und das Undeutlichwerden der Schichtung zu Stande. Die jüngste Korklage des dritten Jahres ist ganz scharf von der des zweiten geschieden.

Wo aber stellenweise noch am dreijährigen Zweige die Epidermis erhalten ist, in Form von silberglänzenden Schüppchen, da überzeugt man sich leicht von der Gegenwart von 3 Jahresbildungen, die aber in Folge der angeführten Ursachen keine deutliche Schichtung verursachen: Der Anlage nach indess ganz scharf ausgeprägt ist.

Geht man in der Untersuchung weiter, so findet man ganz Ähnliches bei 4-, 5- und 6jährigen Zweigen. Gewöhnlich sind nur 3—4 Jahresbildungen mehr weniger erhalten und alle mit Ausnahme der jüngsten mit rothbraunen Zellinhalten. An 7jährigen Zweigen fand ich 4—5 Jahreslagen erhalten, von welchen jedoch auch nur die innerste deutlich abgegrenzt und farblos war. Diese zeigte aber schon eine deutlichere Differenzirung der äusseren von den inneren Schichten eines Jahres. Während nämlich bisher die Dicke der Wandung von aussen nach innen ganz allmälig zunahm, zeigt sich im 7. Jahresringe die äusserste Korkzelllage bedeutend dünnwandiger als die folgenden und während bei 2—6jährigen Korken die Schichtung nur dadurch zu Stande kommt, dass die aufeinanderfolgenden Jahresbildungen scharf von einander geschieden sind, stellt sich mit dem 7. Jahre eine deutlichere Differenzirung jedes Jahresringes in eine äussere, ältere ganz dünnwandige und innere dickwandige Partie ein. [1]

Nun wird die bleibende Schichtung immer deutlicher, indem die Anzahl der dünnwandigen Schichten zunimmt und die der derben ab. In Folge des weiteren Dickenwachsthumes des Zweiges werden aber selbstverständlich alle dünnwandigen Zellen zusammengepresst und der Zweig nimmt eine braune Färbung an, die nämlich der braunen Zellinhalte der abgestorbenen Korklagen. Diese Zusammenpressung ist eine noth-

wendige Erscheinung, die nicht nur hier, sondern bei allen Korken mehr oder minder stark eintritt. Bei Zweigen und Ästen überall dort, wo dieselben braun erscheinen, ist dieselbe in der That auch sichtbar; untersucht man jedoch solche Äste und Stammtheile, welche bereits weiss erscheinen, so findet man, wenn man zum Präparate Alkohol zusetzt, die dünnwandigen Erstlingsbildungen jedes Jahres in keiner Weise zusammengepresst; sie führen scheinbar nur Luft und sehr geringe Quantitäten körniger in Alkohol unlöslicher Massen.

Wie auffällig dieser Umstand ist, darauf ist bisher Niemand aufmerksam geworden. Die Fragen, wie es denn möglich sei, dass jene zahlreichen, dünnwandigen Lagen augenscheinlich weicher Zellen nicht zusammengepresst werden, durch die enorme Rindenspannung? ferner, warum am Stamme so sehr zahlreiche Korklagen erhalten bleiben, trotz der grösseren Dünnwandigkeit ihrer Elemente, während an dünnen Zweigen höchstens 4—5 Jahreslagen erhalten bleiben? wurden bisher nicht gestellt, so zwingend dieselben auch sind. Die Antwort auf dieselben liegt in der Thatsache, dass jene dünnwandigen Korkzellen nicht leer, sondern ganz prall und dicht mit feinen Betulinkörnchen erfüllt sind, die in Alkohol löslich sind und sowohl verhindern, dass der ältere Birkenkork zusammengedrückt wird, als auch die kreidigweisse Färbung desselben bedingen. Sie sind es auch, welche den Stamm eigentlich schützen und die Erhaltung so zahlreicher Jahreslagen ermöglichen.

Ich werde zuerst den älteren Stammkork näher beschreiben und dann auf einige Erscheinungen an jüngerem Stamm- und Astkork übergehen.

Der erstere besteht bekanntlich aus abwechselnden Schichten von meist nur 2—3 Lagen dickwandigen, flachtafelförmigen und 10—12 Reihen von ganz dünnwandigen Zellen. Die ersteren gehen nach aussen ganz allmälig in die dünnwandigen über, während sie nach innen immer dicker werden und die Innerste jeder Lage grenzt unmittelbar an die dünnste der dünnwandigen Lagen. Untersucht man ferner den Kork während der Winterruhe, so findet man, dass derselbe immer mit einer dickwandigen Lage an das Phellogen grenzt. Diese beiden Thatsachen in Verbindung mit dem über die Korkbildung der Zweige Gesagten

wo wir genau dasselbe, nur mit durch den Mangel des Betulins und auffälliger Schichtung bedingten Modificationen, sahen, lehren auf's Evidenteste, dass die Schichtung eine einjährige Periodicität hat. Es sind daher die Schichten im Birkenkork in der That Jahresringe; jedes Jahr werden zuerst eine Anzahl von Lagen ganz dünnwandiger Zellen und dann wenige dickwandige gebildet.[2] Ob aber die Schichtung Folge der Spannungszunahme in der Rinde ist, die sich im Gefolge des Dickenwachsthumes des Stammes im Laufe des Sommers einstellt, um sich im Winter wieder auszugleichen, weiss ich nicht.

Die Trennung der Korkblätter geschieht immer in der unmittelbar unter der dickwandigsten Korkzellenlage befindlichen äussersten dünnwandigen, die etwas geringeren Inhalt als die folgenden führt.[3] Dadurch werden gerade die dünnwandigen Lagen unmittelbar an die Oberfläche des Stammes gebracht; sie sind es daher, welche zunächst den Stamm zu schützen haben und thun dies ausgiebiger, als es gewöhnlicher dickwandiger Kork im Stande wäre und nur durch Vermittlung ihres Betulingehaltes.[4] Das Betulin ist in Wasser ganz unlöslich. Es liegt an der Korkoberfläche in Form eines feinen, kreidigen Überzuges offen zu Tage, welcher das eigenthümliche rauhe Anfühlen derselben bewirkt.

Dieser Überzug haftet aber ziemlich fest, und wird durch Regen nicht leicht herunter gewaschen. Er verhindert auch das Eindringen von Pilzfäden in den Kork, sowie das dauernde Festsetzen von Organismen und Körperchen irgend welcher Art, denn er wird von innen her fortwährend ersetzt und aussen nach und nach abgerieben etc. Das Ersetzen geschieht aber folgendermassen. Die erste Schichte wird unmittelbar aus den Inhalten der durch die zuletzt erfolgte Abtrennung eines Korkblattes zerrissenen Zellen gebildet. Unter diesen liegen noch 10 und mehr Lagen mit Betulin dicht erfüllter dünnwandiger Korkzellen, welche in Folge der tangentialen Zerrung allmälig zerrissen werden und ihren mehligen Inhalt ausstreuen; dieses Entleeren schreitet von aussen nach innen andauernd fort und jene Blätter, welche zum Theile abgelöst sind, enthalten fast kein Betulin mehr. An ihnen kann man die zahlreichen mikroskopischen Längsrisse der Zellen studiren, durch welche das Ausstreuen



des Betulins geschah. Die allmälige Entleerung hat aber auch die Ablösung der Blätter im Gefolge, da sich die früher prall gefüllten elastischen Korkzellen selbstverständlich zusammenziehen und so zur Ablösung der verdickten Korklagen beitragen.

Letztere sind daher am mechanischen Schutze des Baumes nur nebensächlich betheiligt, da sie erst dann an die Oberfläche treten, wenn sie zur Ablösung kommen. Hingegen sind sie es vorzugsweise, welche stark verkorkt sind und als solche ihre physiologische Function haben. Das Betulin schützt in der angegebenen Weise so ausgiebig, dass sehr zahlreiche Jahreslagen des Kork erhalten bleiben; während an Stellen, wo es fehlt, jeder Jahresring des Korkes nur 3—5 Jahre erhalten bleibt, dient ein an Betulinreicher selbst 20—30 Jahre lang.

Jetzt brauche ich kaum mehr zu zeigen, dass vom Betulingehalte auch die weisse Färbung des Birkenkorkes herrührt, in derselben Weise, wie die des Mehlkörpers eines Getreidekornes von den rundlichen, den Raum nicht völlig ausfüllenden Stärkekörnern.[5] Am Querschnitte zeigt sich der Birkenkork mehlig, die betulinfreien Zonen erscheinen als bräunliche Streifen. Zieht man aus dicken Korkschichten das Betulin durch längere Einwirkung von absolutem Alkohol aus, so erscheinen dieselben von aussen gesehen röthlichgrau bis helllederbraun, aber nie weiss. Nach Gauthier verliert dabei der Kork an den Alkohol 63 Procent, welche der Hauptsache nach aus Betulin besteht. Die leichte Löslichkeit in Alkohol ist auch die Ursache, warum der Stoff bisher fast gänzlich von den Botanikern übersehen wurde. Mit Wasser behandelt zeigt auch der dünnste Querschnitt gar nichts, wegen der ungemein dichten Erfüllung der Zellen mit dem in Rede stehenden Körper und im Momente, wo man Alkohol hinzusetzt und man thut dieses in der Regel schon vorher — ist auch schon sämmtliches Betulin gelöst, und bleiben nur sehr geringe Quantitäten feinkörniger Massen zurück.

Die Zeit des Auftretens des Betulins ist für verschiedene Theile der Pflanze sehr verschieden. Während es am Stamme, wie es scheint schon im ersten Jahre in geringen Qantitäten auftritt, sicher aber im zweiten, tritt es an den dickeren Ästen erst später auf und an Zweigen überhaupt gar nicht. An Stamm und Ästen verhalten sich auch nicht alle Seiten gleichartig, indem der

genannte Stoff zuerst an jener Seite zum Vorschein kommt, an welcher Rinde und Holze überhaupt gefördert sind. Daher kann man am Stamme junger Birken, sowie gewissen Theilen älterer eine braune und eine weisse Seite unterscheiden. Diese ist immer die auch in anderer Beziehung geförderte.

In Korkzellen, wo das Betulin in nur geringer Quantität enthalten ist, bildet es einen dickeren oder dünneren körnig-krystallinischen Überzug auf der Innenseite der Wandungen. Je älter der Kork desto dicker dieser Überzug, bis schliesslich das ganze Lumen von Betulin eingenommen ist.

Die Korkzellen, in denen das Betulin zuerst auftritt, behalten aber nur kurze Zeit die die ganze Wandung gleichmässig überziehende Betulinkruste. Denn diese hängt der Wandung fest an und wird in Folge dessen schon in dem auf das Jahr der Entstehung folgenden in Querstreifen zerrissen, die anfänglich, wie Figur 17 zeigt, durch schmale Spalten von einander getrennt sind, später immer mehr auseinanderrücken und so Bilder wie Fig. 16 liefern. Auf diese Weise wird die Zellwand in betulinfreie und überzogene ringförmige Partienzerlegt. Sowohl die einen, als die andern entsprechen in den neben einander liegenden Zellen einander einigermassen, so dass grössere Flächenstücke unter dem Mikroskope bei schwacher Vergrösserung mit schmalen dunklen und hellen Längsstreifen, welche die quergestreckten Korkzellen kreuzen, versehen sind.

Vergleicht man beide diesbezügliche Figuren, die verschiedenen Lagen einer und derselben Stelle entsprachen, genauer mit einander, so erkennt man auch leicht sowohl die Veränderungen in der Gestalt als in der Wanddicke, welche die tangentiale Streckung verursacht. Man könnte glauben, dass die eigenthümliche Zerreissung des Betulinüberzuges ein Beweis dafür ist, dass sich die Wandung bei der queren Zerrung zonenweise verschieden verhält, d. h. dehnbarer und fester ist. Das ist aber nicht so, denn die dünnwandigen Betulinzellen sind in radialer Richtung stark zusammengepresst und muss daher der spröde Inhalt, welcher zwischen den aneinander gepressten Wandungen eingeklemmt ist, auch dann zerreissen, wenn sich diese gleichmässig dehnen.

Nichtsdestoweniger ist es sehr wahrscheinlich, dass sich die Korkwandungen in gewissen longitudinalen Abschnitten

stärker als in andern dehnt und diese Abschnitte einigermassen vorgebildet sind. Darauf deuten Thatsachen hin, die im Abschnitte p. 89 zur Sprache kamen und beim Birkenkorke nur schwachen Ausdruck finden.

Bei zunehmender Betulinmenge nimmt die Erscheinung der Bänderbildung wieder an Deutlichkeit ab; sie verschwindet gänzlich, wenn das Lumen ganz dicht mit dem Körper ausgefüllt ist: Dies alles wegen des auf dem Korke lastenden Druckes in radialer Richtung.

Zusammenfassung.

In dem im Vorstehenden über den Birkenkork Gesagten, ist Folgendes festgestellt worden.

1. Jedes Jahr werden vom Phellogen erst dünnwandige und dann dickwandige Korkzellen entwickelt, und findet überall vom ersten Jahre an eine Jahresringbildung statt, die bei Zweigen wegen der Rindenspannung kaum zum Ausdrucke kommt, während sie am Stamme wegen des Auftretens des Betulins schon von Anfang an da ist.
2. Dieses tritt im Stammkorke schon im 1.—2. Jahre auf, bei den ersten Verzweigungen später und an den weiteren gar nicht mehr.
3. Das Betulin hat für die Birke eine grosse physiologisch-mechanische Bedeutung; denn
   a) es ist ein sehr ausgiebiges Schutzmittel gegen Parasiten und Epiphyten;
   b) es ist gegen äussere Einflüsse sehr widerstandsfähig, daher so viel Korklagen am Stamme erhalten bleiben, während an den Zweigen nur 3—5.
4. Bewirkt dasselbe die weisse Farbe des Birkenkorkes und verhindert die Zusammenpressung des Korkes am Stamme.

Literatur-Bemerkungen.

1. Nach Sanio[1] sind die Bildungen der ersten Jahre sich einander durchaus gleich und gleichmässig mit braunem Inhalte erfüllt. Nach Mohl[2] soll erst vom 8.—10. Jahre an eine

[1] Pringsheim, I. 83.

[2] Verm. Schriften, p. 221.

abwechselnde Bildung von dicken und dünnen Korkzellen beginnen. Nach Merklin[1] finden sich noch manchmal bis ins sechste Jahr Spuren der Epidermis und haben 2—6-jährige Stämme oder Zweige ausschliesslich dickwandige braune Zellen.

2. Mohl spricht von 50 Korkblättern an einem 20jährigen Birkenstamme. Hartig[2] nimmt Jahresringe an; p. 306 lässt er jeden aus einer äusseren derbwandigen und inneren grosszelligen Lage bestehen; p. 326 spricht er jedoch das Entgegengesetzte aus. Sanio fand Jahresringbildung; nach ihm ist die jüngere Bildung jedes Jahres dickwandig. Merklin sagt, dass die Zahl der Schichten des Lederkorkes die der Jahresringe meist sehr bedeutend übertrifft, und dabei auch kein Multiplum der Anzahl dieser ist. An alten Stämmen gerathe die Korkbildung ins Stocken, während die Holzbildung noch fortdauere.

3. Sanio: „Die mit einander abwechselnden Schichten festerer und zerbrechlicher Zellen bewirken das schichtenweise Abblättern."

4. Mit Ausnahme von Prof. Wiesner[3] haben sämmtliche Botaniker den Betulininhalt übersehen. Dieser sagt: „Da sich der Zellinhalt in Alkohol löst, so ist nicht zu bezweifeln, dass er ganz oder vorwiegend aus Betulin (Birkenharz) besteht". Sanio sagt, dass in späteren Jahren alle Korkzellen Luft führen, die dünnwandigen aber nebstbei auch körnige Stoffe. Mohl, Stahl u. s. w. drücken sich ähnlich aus. Merklin[4] hält die „kirschrothe harzige Substanz" der dickwandigen Zellen für das Material der Birkentheergewinnung und schreibt den dünnwandigen einen „fein granulösen hellbräunlichen" Stoff zu; womit, wie auch die Abbildungen zeigen, die nach Behandlung mit Alkohol restirenden, bräunlichen Körnchen gemeint sind.

Chemischerseits wurde die Birkenrinde vielfach untersucht. Lowitz, John, Hünefeld, Gauthier, Hofstetter,

---

[1] Mélanges biologiques, S. Petersburg. IV. (1865), p. 565, 567.

[2] Vollständ. Naturgesch. der forstl. Culturpfl. 1852, p. 306 und 326.

[3] Rohstoffe, p. 493.

[4] L. c. 585.

und Stähelin, Hess, Owen Mason u. A. untersuchten sie. Da sie aber bei der Analyse die einzelnen Gewebe nicht von einander trennten, so fanden sie meist nur Spuren von Betulin, manche gar nichts, Hünefeld 11—12 Procent. Nur Gauthier,[1] der wieder vom Betulin nichts wusste, studirte den Kork für sich; er sah die pulverige Substanz, welche denselben bedeckt und die rauhe Oberfläche bewirkt und fand 63 Procent des Gewichtes durch Alkohol ausziehbar, von welchen er 46·5 Procent als résine erklärte. Siehe auch Husemann, Pflanzenstoffe p. 1017; Rochleder, Phytochemie, p. 207 und 348 und Gmelin, Handbuch der Chemie, V. 78.

5. Der Lufthaltigkeit der dünnwandigen Korkzellen wurde bisher die weisse Färbung zugeschrieben. So z. B. Sanio, l. c. 83. Nach Merklin (l. c. 568) ist die weisse Färbung nicht allein auf Kosten der dünnwandigen Zellen zu setzen, sondern hat auch seinen Grund in einer chemischen Veränderung der harzigen Substanz der dickwandigen Korkzellen, sowie in dem periodischen Zuwachs derselben (?).

III. Nichtphellogene verkorkte Gewebe.

1. Die Endodermen.

A. Untersuchung der Endodermis - Zellwand.

Bevor ich zur eigentlichen Aufgabe dieses Abschnittes übergehe, muss ich auseinandersetzen, was ich unter dem Namen Endodermis verstehe.

Derselbe wurde von Oudemans in seiner Arbeit „Über den Sitz der Oberhaut bei den Luftwurzeln der Orchideen“[2] für die eigenthümliche unmittelbar unter der Wurzelhülle gelegene, einfache, der Auflösung in Schwefelsäure widerstehende Zellschichte zum ersten Male angewendet. De Bary adoptirte ihn, erweiterte aber seine Bedeutung; er bezeichnete mit diesem Namen ganz allgemein einfache Zellschichten mit bestimmten

[1] Analyse de l'épiderme du Bouleau 1827. Journ. de Pharmacie, XIII. 545.

[2] Abh. der math. nat. Cl. der k. Acad. der W. zu Amsterdam, 1861.

Eigenschaften, welche die Rolle von Grenzschichten gewisser Gewebe gegen anstossende anderer Art spielen. Die Eigenschaften, durch welche diese De Bary'sche Endodermis ausgezeichnet sind, bestehen in der Widerstandsfähigkeit gegen Schwefelsäure, in dem engen lückenfreien Aneinanderschluss der Zellelemente, der radialen Stellung der Seitenwände der Zellen und häufigem Gewelltsein aller nicht tangentialen Wandungen. Der De Bary'sche Endodermis-Begriff ist, wie man sieht, ein rein histologischer. Es ist daher völlig gleichgiltig, wo sich eine so beschaffene Zellschichte findet: Immer wird sie den Namen Endodermis erhalten können. Es gehört daher hieher nicht nur Caspary's Schutzscheide in Stamm und Wurzel, sondern auch die Endodermis der Luftwurzeln. Ferner das meiste dessen, was von Sachs, Sanio, Schacht und Falkenberg mit verschiedenen Schutzscheide meist synonimen Namen belegt wurde. (Strangscheiden, Gefässbündelscheiden, verholzter Verdickungsring, Rindenscheiden etc.)

Ich will nun vorläufig bemerken, dass ich gefunden habe, dass alle diese Scheiden etc. soweit sie Schwefelsäure widerstehen, verkorkt sind, und überhaupt ihre Wandungen ganz den Bau der Korkzellwandungen haben. Dies werde ich noch im Verlaufe dieses Aufsatzes beweisen, sowie auch allen Jenen, die der Meinung sind, es wäre die Verkorkung derselben schon längst bekannt, zeigen, dass dies nicht so ist.

Wenn nun die Wände der Endodermis-Zellen in der That verkorkt sind, so muss in diesem Umstande, mit dem der Mangel an Intercellularräumen im innigsten Zusammenhange steht, offenbar die Haupteigenthümlichkeit, die massgebendste Eigenschaft gesucht und anerkannt werden. Wenn der Endodermis überhaupt eine besondere physiologische Function zukommt, so hängt diese gewiss mit dieser Verkorkung zusammen, und es ist sehr wahrscheinlich, dass auch die Wellung der radialen Wandungen damit in Beziehung steht, was daraus hervorgeht, dass die Verkorkung derselben stärker ist und auch früher beginnt, als die der tangentialen Wände. Es kann daher nach Sicherstellung der Verkorkung auf die Wellung und gewisse Formeigenthümlichkeiten gar kein Werth gelegt werden, und war die Auffindung von einfachen verkorkten Zellschichten, die mit

der Endodermis im De Bary'schen Sinne abgesehen von der Widerstandsfähigkeit keine weiteren gemeinsamen Merkmale aufweisen, mit Sicherheit zu gewärtigen.

Ich habe in der That, durch verschiedene Angaben und Figuren bei Oudemans, Caspary und Nicolai aufmerksam gemacht, solche Schichten gefunden, welche den gesagten Erwartungen entsprachen und werde im nächsten Aufsatze über sie Näheres anführen.

Mit diesen Auffindungen war aber auch die Nothwendigkeit herangetreten, die Bedeutung des Namens Endodermis noch mehr zu verallgemeinern, als dies nicht schon De Bary gethan hatte. Was bei der nunmehr gebotenen Definition massgebend ist, geht aus dem Gesagten hervor.

Ich werde daher in diesem und dem folgenden Aufsatze unter Endodermen einfache, aus lückenlos zusammenschliessenden lebenden Zellen bestehende Schichten verstehen, deren Wandungen den Bau der Korkzellwände aufweisen. Dabei kann es vorkommen, dass einzelne Zellen oder Zellstreifen nicht verkorkt sind.

Dies ist die einzige, den jetzigen Kenntnissen entsprechende Definition, jede Einschränkung des Begriffes würde histologisch und anatomisch Zusammengehöriges trennen.

Nach dem, was ich über das Korkgewebe und die Suberin-Reactionen gesagt habe, dürfte es überflüssig scheinen, darüber noch Worte zu verlieren, dass bisher die Verkorkung der Endodermis in dem eben gegebenen Sinne, wohin also auch die Schutzscheide (Caspary) gehört, in keiner Weise festgestellt worden ist, ja wegen des Mangels von mikrochemischen Reactionen auf Korkstoff gar nicht festgestellt werden konnte. Wenn ich dies nichtsdestoweniger thue, so geschieht es desshalb, weil es eine, wie es scheint, ziemlich verbreitete Meinung ist, dass die Verkorkung der Schutzscheide ein in Deutschland seit längerer Zeit allgemein bekanntes Factum ist. In erster Linie ist es Caspary, der die Verkorkung seiner Schutzscheide als hinlänglich festgestellt erachtet.[1] Derselbe drückte sich zwar nicht überall ganz bestimmt aus, indem er meistens neben die Worte verkorkt, Verkorkung in Klammern verholzt, respective

[1] Bot. Ztg. 1877, p. 189.

Verholzung setzte. Indessen dort, wo es ihm galt, den Namen „Schutzscheide" dem wohlbedachten Sachs'schen Einwurfe gegenüber zu vertheidigen, überhob er sich dieser in der Geschichte der Schutzscheide begründeten Vorsicht und sagt: „Da nun die Schutzscheide verkorkt oder cuticularisirt ist, was hinlänglich festgestellt ist...". Es dürfte indess Niemand besser wie Caspary wissen, dass dies nicht so ist, vorausgesetzt, dass ich seine Worte richtig auffasse, und er unter dem Wörtchen „hinlänglich" das versteht, was er darunter verstehen muss, wenn nicht seine Behauptung in Nichts zerfliessen soll. Derselbe sagte nun in seinen „Bemerkungen über die Schutzscheide etc." [1] p. 113: Die Frage, ist die ausgebildete durch Jod und Schwefelsäure braun gefärbte, der concentrirten Schwefelsäure wiederstehende primäre Zellwand der Schutzscheide.... als verholzt oder als verkorkt .... zu bezeichnen? ist zur Zeit weder bei *Charlwoodia rubra* noch anderwegen (?) zu beantworten. Die chemischen Eigenschaften des Korkes sind bisher so mangelhaft untersucht und die „substance incrustante" von Payen ist so gänzlich im Dunkeln... dass Holzstoff und Korkstoff noch kein klares Verhältniss zu einander haben und mikrochemisch nicht sicher unterschieden werden können. .... Der Kürze der Bezeichnung halber werde ich dem Gebrauche gemäss die primäre Wand auch im Folgenden verholzt nennen, obgleich ich damit die Frage, ob in ihr Holzstoff oder Korkstoff, oder sonst ein Stoff abgelagert sei, in keiner Weise beantworte". Was aber damals — Mai 1864 — galt, galt noch anfangs 1877, da in dieser Zeit die Lösung der Frage eher zurück, denn vorgeschritten ist. Da seither weder Caspary noch Pfitzer, Nicolai etc. irgend etwas Neues über die chemischen Eigenschaften der Schutzscheide gebracht haben, so ist jene Behauptung des erstgenannten Autors nicht stichhältig. Suchen wir in der That bei anderen Autoren Diesbezügliches nach, so finden wir nirgend etwas von einem Nachweise von Verkorkung. In erster Linie sagt Sachs[2] von seinen Strangscheiden „Die Wandung dieser Zellen ist meist dünn, aber verholzt oder sonstwie verändert. . ." Von seiner Stärkeschichte sagt er, dass sie concentrirte Schwefelsäure

[1] Pringsh. Jahrb. IV, p. 113.

[2] Lehrbuch, III. Aufl., p. 109.

lange widerstehe.[1] Sanio[2] führt nichts Mikrochemisches an, vermuthet aber, dem optischen Verhalten nach, eher Verkorkung als Verholzung. Schacht nannte seinen Verdickungsring verholzt. Pfitzer[3] erwähnt bei seinen Equiseten-Schutzscheiden die Widerstandsfähigkeit gegen Schwefelsäure u. s. w.

Van Tieghem[4] sagt von den Zellen der Endodermis von *Tagetes patula*: „Par les progrès de l'âge, leur paroit, qui demeure mince acquiert souvent des reflets irisés analogues à ceux qui charactérisent les assises subéreuses". Auch Vesque[5] urtheilt nur nach Analogien, die er anführt. Von Reactionen ist, abgesehen von Chlorzinkjod und schwefelsaurem Anilin, keine Rede. Er erschliesst die Verkorkung aus dem optischen Verhalten, der Wellung und dem später oft eintretenden Absterben der primären Rinde. Aus allen Diesem ist zu ersehen, dass zwar ziemlich allgemein die Verkorkung der Zellen der Schutzscheide vermuthet wird, indess nirgend von einem Beweise die Rede ist.

Dieser soll nun im Folgenden geliefert werden, und zwar sowohl für die Stamm- als auch die Wurzel-Endodermis.

Wenn man einen Querschnitt durch ein noch grünes Internodium von *Centradenia grandifolia* mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, so werden fast alle Zellwände entweder stark gequollen oder gelöst. Eine Ausnahme davon machen nur die Cuticula, die Endodermis, jene Krystallzellen, welche ausserhalb dieser liegen und an selbe unmittelbar angrenzen, einzelne Krystallzellen des Markes und die Mittellamellen des Holzkörpers. Erwärmt man aber mit Schulze'schem Gemische, so werden diese gelöst, während alles übrige oben erwähnte scharf hervortritt. Dieses Verhalten documentirt einen Unterschied der Holzmittellamellen von den anderen in Schwefelsäure unlöslichen Membranen und dieser Unterschied besteht, wie aus Folgendem hervorgehen wird, darin, dass erstere stark verholzt sind und letztere eine verkorkte Lamelle besitzen. Erwärmt man mit

---

1 Bot. Ztg. 1859, p. 188.

2 Einige Bemerkungen etc. Bot. Ztg. 1865, p. 176.

3 Pringsh. Jahrb. VI.

4 An. d. sc. nat. 1872, T. XVI, pag. 112.

5 Note prélim. s. l. rôle d. l. gaîne protectr. d. l. Dicotyl. herbac. p. M. J. Vesque, Comptes rend. 81. Bd., 498—99. (1875.)

Schulze'schem Gemische weiter, so treten Endodermis und Cuticula, sowie einige Krystallzellen immer schärfer und dunkler contourirt hervor, während alles Übrige ganz hyalin und zuletzt kaum sichtbar wird. Cuticula und Endodermis verhalten sich nun des Weiteren vollkommen gleich, d. h. was der letzteren Suberinlamelle betrifft, die nach dem stärkeren Erwärmen allein zurückbleibt. Ich beschränke mich daher auf die Beschreibung der weiteren Vorgänge mit der Endodermis respective deren Suberinlamelle. Dieselbe wird allmälig dunkler und braun, und während einzelne Zellen in Folge der heftigen Gasentwicklung zu kugeligen Blasen aufgetrieben werden, schrumpfen die meisten zu unregelmässigen, zerknitterten Massen zusammen, welche endlich, ohne sichtlich zu quellen, zu einer weichen Masse zusammenschmelzen. Diese Masse stimmt in ihrem physikalischen Verhalten vollkommen mit der aus der Cuticula von derselben Pflanze und von *Cycas*, *Encephalartos*, *Salix* etc. und allen möglichen Korken erhaltenen überein. Es ist die Cerinsäure. Sie ist in Alkohol, Äther, Benzol, Chloroform löslich, in Schwefelkohlenstoff unlöslich etc. Es ist daher sicher, dass hier die Endodermis verkorkt ist. Dasselbe sagt die Kalireaction aus. Behandelt man den Schnitt zuerst ganz kurze Zeit mit Schulze'schem Gemische, um die Endodermis deutlicher hervortreten zu lassen und dann mit verdünnter Kalilauge, so quellen die Suberinlamellen etwas an und werden körnig und gelb. Schliesslich erfolgt die Herauslösung derselben zu einer gelblich-bräunlichen Masse, die sich bald zu Klumpen vereinigt. Dadurch werden die Celluloseschläuche nach innen abgehoben und der Bau der Membranen aus den 3 Lamellen klar gelegt. Man sieht, dieses sind die gewöhnlichen Korkreactionen, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Membranen nicht so widerstandsförmig sind, und man daher keine starken Wärmegrade und concentrirte Reagentien anwenden darf. Ich bemerke noch, dass sowohl Celluloseschlauch, als auch Mittellamelle verholzt sind, dass ersterer meist dünn ist, aber hie und da auch einzelne stark verdickte vorkommen, an welchen die Verholzung leicht nachzuweisen ist. Operirt man mit der Kalilauge unvorsichtig, so kann man leicht den ganzen Körnchen-Bildungsprocess übersehen. Die Celluloselamelle kann man auch ohne die Suberinlamelle durch Kali zu zerstören, sichtbar machen

durch blosses Erwärmen mit Schulze'schem Gemische; denn sobald die Suberinlamellen wellig zu werden beginnen ist der Celluloseschlauch noch nicht gelöst; er nimmt an der Wellung nicht Theil und wird daher abgehoben; man kann ihn dann mit Chlorzinkjod in reiner violetter Färbung leicht sichtbar machen.

In den Wurzeln kommen, wie ich im nächsten Aufsatze zeigen werde, ganz Allgemein zwei Endodermen vor; eine innere und eine äussere. Ich habe mich nun bei fast allen untersuchten Wurzeln, etwa 20—25, sowohl Luft, wie Erd- und Wasserwurzeln von dem Verkorktsein beider überzeugt. Ein ausgezeichnetes Beispiel ist *Chlorophytum Sternbergianum (Hartwegia comosa).* Hier sind die beiden verkorkten Endodermen, von welchen die äussere, wie bei allen Wurzeln unmittelbar unter der Epidermis liegt, durch, namentlich bei den dicken keuligen Erdwurzeln, aber auch den Luftwurzeln mächtiges Rindenparenchym getrennt, so dass es leicht gelingt, sie mechanisch von einander zu trennen und so makroskopische Quantitäten von Cerinsäure darzustellen. Wenn man nämlich dicke Luftwurzeln mit einem Scalpelle schält, so sind in Folge des mächtigen Rindenparenchyms in der Schale an verkorkten Geweben nur die Epidermis und äussere Endodermis enthalten, während der Kern an solchen nur die innere Endodermis enthält. Am Querschnitte überzeugt man sich leicht davon, dass die äussere Endodermis, die wie bei allen Wurzeln unmittelbar unter der Epidermis liegt, stärker verkorkt ist als diese, während die Wurzelhaare gar nicht verkorkt sind. Wenn man daher Schale und Kern der Luft- oder Erdwurzeln von Chlorophylum für sich mit Salpetersäure in Eprouvetten genügend lange erhitzt, so erhält man von beiden makroskopische Quantitäten von Cerinsäure; im ersteren Falle (Schale) aus äusserer Endodermis und Epidermis, im letzteren (Kern) aus der inneren Endodermis. Durch das Erhitzen mit Salpetersäure wird nach und nach Alles zerstört, und von ganzen Wurzeln bleiben zuletzt nur noch die genannten drei verkorkten Schichten in ihren Suberinresten zurück. Ich habe so getrennt dargestellte Cerinsäure-Massen untersucht und in ihrem physikalischen Verhalten (Aussehen, Schmelzpunkt, Lösungsverhältnisse etc.) vollkommen übereinstimmend mit aus Kork erhaltenen gefunden.

Im Verhalten gegen Kalilauge stimmen die drei verkorkten Schichten ebenfalls mit anderen verkorkten Geweben überein; sehr auffällig ist die Gelbfärbung. Das Suberin der äusseren Endodermis ist gegen Kali widerstandsfähiger, als das der inneren. Die Suberinlamellen sind, wie bei allen Endodermen sehr dünn und entstehen daher nur geringe Quantitäten von körnigen Massen. Der Celluloseschlauch ist bei der inneren Endodermis innen und seitlich dick, aussen dünn, bei der äusseren überall ziemlich dünn.

Bei den Luftwurzeln der Orchideen besteht die innere Endodermis bekanntlich aus abwechselnden Längsstreifen von in Schwefelsäure löslichen und unlöslichen Zellenplatten. Man überzeugt sich leicht, dass die ersteren, welche den Gefässplatten entsprechen, nicht und die anderen ziemlich stark verkorkt sind. Bei *Stanhopea insignis* sind auch zahlreiche zerstreute Zellen des Rindenparenchyms verkorkt. Was die Kurzzellen der äusseren Endodermis betrifft, so fand ich sie bei *Cyrtochilum stellatum* und *Stanhopea insignis* meistens auch verkorkt, aber verschieden stark und immer schwächer als die Langzellen. Bei *Cyrtochilum* fand ich manche der Kurzzellen gar nicht und andere nur sehr schwach verkorkt. Während weniger gut organisirte Luftwurzeln wie die von *Hartwegia* nur kaum merklich schwächer verkorkte Kurzzellen besitzen.

Diese Beispiele mögen genügen. Ich habe mich in ähnlicher Weise bei einer ganzen Reihe von Wurzeln und Stengeln von dem Verkorktsein der vorkommenden Endodermis überzeugt.

Im Allgemeinen zeigte sich, dass die radialen Wandungen stärker verkorkt sind als die tangentialen und daher auch die radialen Mittellamellen dünner als die tangentialen Partien. Der stets vorhandene Celluloseschlauch ist immer verholzt und wo derselbe nicht allseitig gleich dick ist, ist immer die äussere die am wenigsten dicke Wandung, was wie, erwähnt (p. 84), auch bei den Korkzellen in der Regel der Fall ist.

B. Über die äussere Wurzel-Endodermis.

Seitdem Link (1824) die Wurzelhülle der Orchideen entdeckt hatte, kannte man auch eine eigenthümliche directe unter derselben befindliche Zellschichte. Man sah, dass dieselbe aus

langen und kurzen Elementen zusammengesetzt ist und hielt sie für die eigentliche Epidermis der Luftwurzeln. Die kurzen Zellen derselben wurden dabei von Einigen als Spaltöffnungen betrachtet, so von Meyen, Schleiden, Fockens, während Andere ihre wahre Zellennatur erkannten (Unger, Chatin). Schacht erkannte zuerst den wahren Sitz der Oberhaut der Luftwurzeln, hielt aber die Wurzelhülle für die äussere primäre Rinde und daher die fragliche Zellschichte für die Grenzschichte der äusseren und inneren primären Rinde. Die erste genauere Untersuchung verdankt man Oudemans:[1] dieser führte für die in Rede stehende Schichte den Namen Endodermis ein und nannte das zwischen dieser und der Epidermis gelegene Gewebe „intermediäres Gewebe". Da er aber zu finden glaubte, dass dieses in der Wurzelspitze aus einer besonderen Initiale entsteht, ebenso wie er dieses zugleich auch für Endo- und Epidermis fand, so hielt er dasselbe wie Schacht für die äussere primäre Rinde. Erst Nicolai und später ausführlich Leitgeb zeigten, dass das intermediäre Gewebe aus der Epidermis entsteht, und mit dieser eine gemeinschaftliche Initiale im Wachsthumspunkte der Wurzel besitzt. Daraus geht aber hervor, dass Oudemans Endodermis die äusserste Schichte der primären Rinde bildet, und unmittelbar unter die Epidermis, respective der aus dieser entstehenden Gewebe zu stehen kommen muss. Schon Oudemans fand, dass das intermediäre Gewebe oft nur 1—3 Zelllagen dick ist, während es in den meisten Fällen vielschichtig ist; als daher Leitgeb bei den Luftwurzeln von *Hartwegia* eine der Endodermis Oudemans ganz ähnlich gebaute Zellschichte unmittelbar unter der Epidermis fand, erklärte er sie für eine wirkliche Endodermis; und da ihm das Beispiel der *Hartwegia* lehrte, dass es wohl Luftwurzeln ohne Wurzelhüllen, nicht aber ohne Endodermis gibt, so schloss er folgerichtig auf ihre Wichtigkeit für die Function der Luftwurzeln. Die Endodermis war damals als eine nur Luftwurzeln zukommende und diese im hohen Grade charakterisirende Schichte bekannt. Nachdem ich nun die that-

[1] C. A. J. A. Oudemans: „Über den Sitz der Oberhaut bei den Luftwurzeln der Orchideen". Abh. d. math. naturw. Cl. d. k. Akad. der Wissensch. zu Amsterdam, 1861. Hier ist auch die ältere Literatur zusammengestellt.

sächliche Verkorkung der Luftwurzel-Endodermis festgestellt habe, muss man, wie schon betont, jene als Haupteigenthümlichkeit einer Endodermis überhaupt betrachten. Um aber aus einer gewöhnlichen eine Luftwurzel-Endodermis zu machen, muss noch Manches hinzukommen, was ich später noch andeuten werde. Dieses „Manches“ und gewissermassen Nebensächliches ist es nun, was die Endodermis der Luftwurzeln auffällig machte und zu ihrer Entdeckung und Würdigung führte. Wo es fehlte, sah man die Endodermis einfach nicht.[1] Da nun die, wie ich zeigen werde, bei allen[2] Erd- und Sumpfwurzeln und fast allen Wasserwurzeln ebenfalls vorkommende Endodermis eine ganz schlichte Zellschichte, ohne Intercellularräumen ist, die morphologisch meist kaum irgend etwas auffälliges Unterscheidendes bietet, so wurde sie in der That im Allgemeinen übersehen und nie gewürdigt. Aber diese Zellschichte ist verkorkt und diese eine Eigenschaft genügt, sie zu einer besonderen, anatomisch unterscheidbaren Schichte zu machen.

Es ist selbstverständlich ganz unmöglich, dass die in Rede stehende Schichte nie gesehen worden ist, da sie verkorkt ist und von den Mikroskopikern gar vielfach Schwefelsäure verwendet wird. Sie ist gewiss oftmals gesehen worden, und da sie, wie gesagt, ganz Allgemein verbreitet ist, so würde eine Durchsuchung der Literatur eine reichliche Ausbeute an Citaten geben: Indessen ist der Untersuchungsgegenstand so einfach, dass man mit dem Mikroskope rascher und sicherer als der Literatur zum Ziele kommt. Ich unterliess es daher, mir die einschlägigen gemachten Funde aufzusuchen und gebe hier nur zur Bekräftigung des Gesagten einige Beispiele. So sah sie Caspary[3] zweimal, ohne sie zu würdigen. Bei den Wurzelknöllchen von *Ranunculus ficaria*, sagt er, dass vom Querschnitte durch Schwefelsäure alles gelöst werde mit Ausnahme der Schutzscheide und der zwei äussersten Schichten der Rinde. In diesen muss natürlich auch die Epidermis inbegriffen sein. Pagina 108 wird dasselbe von der Wurzel von *Charlwoodia rubra*

---

[1] Mit Nicolai's Ausnahme.

[2] Soweit ich dieses jetzt beurtheilen kann.

[3] Bemerkungen etc. Pringsheim, IV, 104, 108.

ausgesagt. Oudemans[1] bringt eine Abbildung eines Schnittes durch eine Adventivwurzel von *Hoya* sp. die unter der Epidermis eine besondere Zellschichte zeigt; ohne Zweifel die Endodermis. u. s. w.

Nicolai[2] war der einzige, der diese Schichte beachtete und sie sofort als Endodermis erkannte. Er vermuthet, dass dieselbe ganz Allgemein oder doch wenigstens sehr verbreitet ist. Derselbe fand sie bei 22 verschiedenen, meist monokotylen Pflanzen, die 4 dicotyledonen und 7 monotyledonen Familien angehören. Ich werde seine Beobachtungen später mit den meinigen zu einer Tabelle vereinigt wieder geben. Was aber den Werth und die Wichtigkeit dieser Funde Nicolai's ungemein beeinträchtigt, ist der Umstand, dass derselbe nicht angibt, ob er die Endodermis nur bei den von ihm angeführten Pflanzen gefunden habe und bei anderen verschwiegenen nicht, oder ob er sie bei allen hierauf untersuchten Wurzeln auch gefunden habe. Aus seiner Darstellung geht eher das erstere, als das letztere hervor, obwohl man weder einen noch den anderen Schluss daraus ziehen kann.

Als ich die oberwähnte Oudemans'sche Figur sah und Nicolai's Anmerkung las, hatte ich die Idee, dass wohl jede Wurzel, die Wurzelhaare besitze, auch eine äussere Endodermis besitzen müsse. Ich werde den Zusammenhang später näher auseinandersetzen und bemerke nur, dass ich in Folge dessen 15 verschiedene Arten aus 8 mono- und 7 dikotylen Familien untersuchte und überall ohne Ausnahme eine äussere Endodermis fand. In jedem einzelnen Falle überzeugte ich mich von der Verkorkung durch Schulze'sches Gemisch. Meine Beobachtungen sind seitdem nicht weiter gediehen, aus Zeitmangel; allein ich glaube, sie genügen, um darzuthun, dass die äussere Endodermis eine ganz allgemeine Verbreitung bei den Wurzeln habe und ebenso gut zur Charakteristik dieser gehört, wie die innere (oder Schutzscheide). Das Vorkommen bei sämmtlichen untersuchten Arten genügt, um in Verbindung mit dem später über die Nothwendigkeit des allgemeinen Vorkommens zu sagenden, den Schluss zu gestatten, dass jede Wurzel, vielleicht ohne Ausnahme, unmittelbar unter der Epidermis eine

---

[1] L. c. Fig. 20.

[2] L. c. 67. Anmerkung.

einfache, Intercellularraum freie, mehr oder weniger stark verkorkte Zellschichte, die mit der entsprechenden der Luftwurzeln homolog ist, besitze.

Was die morphologischen und histologischen Eigenschaften der gewöhnlichen äusseren Wurzel-Endodermis betrifft, so ist zunächst zu bemerken, dass die Wand den Bau der Korkzellwand zeigt. Die Suberinlamelle ist sehr dünn, an den radialen Wandungen meist stärker entwickelt als den tangentialen. An jenen ist dafür die Mittellamelle schwächer. Der Celluloseschlauch ist, wie überhaupt die ganze Zelle, meist ganz dünn.

Die Zellen schliessen seitlich fest an einander und bilden mit der Epidermis nie Intercellularräume, während unmittelbar innerhalb derselben häufig solche vorkommen. Sie sind entweder ebenso breit wie die Epidermiszellen, oder breiter, nie schmäler. Ist ersteres der Fall, so wechseln sie mit den Epidermiszellen regelmässig ab. Die Zellen sind meist lang gestreckt und entweder sämmtlich gleich lang, oder es kommen kürzere eingemischt vor. Von solcher Art ausgebildeter Endodermis kommen alle Übergänge bis zu anderen vor, wo ein fast regelmässiger Wechsel von langgestreckten Zellen und kurzen (1—2mal länger wie breiter) Zellen stattfindet. Diese Kurzzellen haben dann gewöhnlich einen dichteren Inhalt und leicht erkennbaren Zellkern. Die radialen Wände sind meist glatt, zeigen aber manchmal Wellung, die sehr verschieden stark ist, so dass es auch zur Entstehung eines „dunklen Punktes“ kommen kann. Häufig kann an glatten Radialwänden durch Schulze'sches Gemisch oder andere Quellungsmittel Wellung künstlich hervorgerufen werden, immer verstärken aber solche Mittel die vorhandene.

Ich füge nun das Verzeichniss der untersuchten Arten an, welche, 45 an der Zahl, sich auf 12 monokotyle und 11 dikotyle Familien vertheilen und werde nachträglich bei einigen Näheres anführen. Ich habe dabei auch Nicolai's Beobachtungen berücksichtigt, sowie *Charlwoodia rubra* und *Hoya* sp. nach Caspary und Oudemans Angaben endlich 5 Arten *Ranunculus* und *Primula* nach Schweighofer (Öst. bot. Zeitung, 1877, Heft 8).

1. Orchideen: *Orchis latifolia, Listera cordata, Orchis maculata.*
2. Liliaceen: *Gagea lutea, Allium ursium, Hyacinthus orientalis, Charwoodia rubra.*

3. Irideen: *Iris Pseudacorus.*
4. Amaryllideen: *Crinum bracteatum.*
5. Smilaceen: *Polygonatum giganteum, multiflorum, Convallaria majalis; Paris quadrifolia, Majanthemum bifolium.*
6. Aroideen: *Acorus Calamus, Arum maculatum.*
7. Dioscoreen: *Tamus communis, Dioscorea Decaisneana.*
8. Potamogetoneen: *Potamogeton perfoliatus.*
9. Hydrilleen: *Elodea canadensis.*
10. Gramineen *Molinia coerulea, Secale cereale, Apera spica venti.*
11. Cyperaceen: *Carex paludosa,*
12. Commelynaceen: *Tradescantia virginica.*
13. Ranunculaceen: *Anemone nemorosa, Ranunculus Ficaria, illyricus, Philonotis, bulbosus* und *acris.*
14. Asclepiadeen: *Hoya* sp.
15. Rosaceen: *Spiraea Ulmaria.*
16. Cupuliferen: *Quercus Cerris.*
17. Labiaten: *Coleus Blumei, Lamium album.*
18. Compositen: *Petasites vulgaris.*
19. Oxalideen: *Oxalis Acetosella.*
20. Cruciferen: *Cardamine silvatica.*
21. Violarieen: *Viola silvatica.*
22. Primulaceen: *Primula Auricula, officinalis, elatior, acaulis.*
23. Araliaceen: *Hedera Helix.*

Bei den meisten dikotylen Arten findet kein regelmässiger Wechsel von Lang- und Kurzzellen statt; Ausnahmen: *Coleus, Lamium, Hedera*; hingegen zeigen diesen mehr weniger auffällig die monocotylen, mit wenigen Ausnahmen, *Hyacinthus*, *Tradescantia.* Letztere haben überhaupt immer eine besser differenzirte äussere Endodermis. Bei fast allen sind die Endodermiszellen von derselben Breite wie die der Epidermis. Nur bei *Oxalis Acetosella* und *Viola* fand ich sie breiter. Häufig ist die äussere Endodermis stärker verkorkt als die innere; so bei *Arum*; was aber von grösserem Interesse ist, ist der Umstand, dass sie nicht selten auch stärker verkorkt ist als die Epidermis, so bei *Coleus, Dioscorea* und anderen. Die wenigsten Endodermen zeigen gewellte Zellwände, so *Hedera, Hyacinthus, Elodea, Lamium,* etc.

C. Über die physiologische Bedeutung der äusseren Endodermis der Wurzeln.

Von grossem Interesse ist die Frage nach der physiologischen Bedeutung der äusseren Endodermis. Da diese Schichte von allgemeiner Verbreitung bei Wurzeln aller Art ist, so ist diese Frage nicht nur berechtigt, sondern wird sogar gefordert.

Schon frühere Autoren, namentlich Meyen, Schleiden etc. beschäftigten sich mit derselben. Da sie jedoch diese Schichte nur bei Orchideen- und Aroideen-Luftwurzeln kannten, und somit nur eine gewisse Modification derselben und sie überdies ganz unrichtige Anschauungen über den Bau derselben besassen, so mussten ihre Erklärungsversuche beschränkt und schwach ausfallen. Sie hielten die Kurzzellen der Endodermis der Luftwurzeln für Spaltöffnungen und die ganze Schichte für die eigentliche Epidermis. Die Wurzelhülle fassten sie als eine Wucherung dieser nach Aussen auf. Schleiden rechnete sie zu seinen appendiculären Organen, wohin z. B. auch die Stacheln, der Kork etc. gehörten. Erst Schacht fand, dass die äusserste Schichte der Wurzelhülle die Epidermis sei, bemerkt aber in seinem Lehrbuche, dass die Wurzelhülle gewissermassen den Kork vertrete.

Leitgeb[1] verbreitet sich in seiner Arbeit über *Hartwegia comosa* ebenfalls über dieses Thema. Auch er kannte die Endodermis nur bei den Luftwurzeln. Der von Oudemans festgestellte Umstand, dass vielen Orchideen-Luftwurzeln die Wurzelhülle fehlt, bei anderen nur 1—2schichtig ist, verbunden mit der von Unger[2] und ihm selbst zum Theil festgestellten Thatsache, dass auch solche unvolkommene Luftwurzeln (*Vanilla planifolia*, *Hartwegia*) ihre Function mehr minder vollständig erfüllen, brachte ihn auf die Vermuthung, dass wohl auch die Endodermis die Luftwurzeln mit zu ihrer eigenthümlichen Thätigkeit befähige. Dies ist zweifellos richtig, kann aber nur für jene Endodermis-Modification gelten, die den Luftwurzeln eigen ist. Im Allgemeinen

---

[1] Zur Kenntniss der *Hartwegia commosa*. Sitz. Ber. der k. Akad. der Wiss. Math. Natur. Cl. 49. Bd. (1864) p. 138 *ff*.

[2] Sitz. Ber. d. k. Acad. d. Wissensch. M. N. Kl. 1854, XII, 389.

kann dieses aber nicht gelten und müssen wir uns daher bei der gewöhnlichen Endodermis nach einer anderen Function umsehen.

Leitgeb sagt des Weiteren über die Function der Luftwurzel-Endodermis, dass sie das tiefer liegende Parenchym, vor Verdunstung in ähnlicher Weise wie die Epidermis die oberirdischen Pflanzentheile schütze. Ferner (l. c. 157): „Wir finden nämlich bei fast allen Pflanzen die längeren Endodermiszellen an ihren äusseren Wänden mehr weniger verdickt, zugleich aber bei solchen Wurzeln, die keine Wurzelhülle besitzen, die ihnen anliegenden Wände der Epidermiszellen mit Verdickungsschichten besetzt, wo aber eine Wurzelhülle vorhanden ist, die Spiralfaser an diesen Wänden enge aneinander gerückt, so zwar, dass fast kein freier Raum zwischen ihnen bleibt; die kegelförmigen (Kurz-) Zellen hingegen bleiben immer dünnwandig, oder wenigstens dünnwandiger, als die langgestreckten, während zu gleicher Zeit in dem Falle, wo jene der Epidermis unmittelbar aufliegt, die inneren verdickten Wandungen derselben getüpfelt erscheinen, was hie und da auch über den langgestreckten Zellen der Fall ist; dort aber, wo eine Wurzelhülle vorhanden ist, fehlen die Spiralfaserzellen entweder ganz, oder sind in anderer Weise als über den langgestreckten Zellen entwickelt.“

Daraus ersieht man, dass nicht nur die Kurzzellen anders als die langen beschaffen sind, sondern auch das darüber befindliche Gewebe bei Kurz- und Langzellen Unterschiede aufweisen, die auf eine gewisse Function der ersteren hindeuten, die von der der Langzellen verschieden ist. In der That zieht Leitgeb aus den angeführten Eigenthümlichkeiten der Kurzzellen den Schluss, dass diese die Wege zur Aufnahme der durch die Wurzelhülle condensirten atmosphärischen Dünste bilden, und dass also die Endodermis in ihrer Function der mit Spaltöffnungen versehenen Epidermis oberirdischer Pflanzentheile zu vergleichen ist, welche die Verdunstung verhindert und doch Nahrungsaufnahme gestattet.

Diese Ansichten sind zweifellos richtig, trotzdem ich gefunden habe, dass bei *Hartwegia* auch die Kurzzellen verkorkt sind und sich auch bei typischen Orchideen-Luftwurzeln in den kegelförmigen Zellen häufig Korkstoff nachweisen lässt. Bei den Luftwurzeln haben wir es aber nur mit einem speciellen Fall der

Anpassung einer Gewebeschichte an eine bestimmte Lebensweise des ganzen Organes zu thun, welche Schichte von allgemeiner Verbreitung ist. Es fragt sich daher, welche Function die Endodermis im Allgemeinen besitzt und durch welche Modificationen derselben eine Luftwurzel-Endodermis entsteht?

Die grösste Mehrzahl der Wurzeln besitzt eine mit Wurzelhärchen versehene Epidermis. Diese Härchen sind stets nur einfache Ausstülpungen der Epidermiszellen, und da sie zur Nahrungsaufnahme dienen, sind sie dünnwandig, unverkorkt, während der innere Theil der Epidermiszelle gewöhnlich schwach verkorkt ist. Die Wurzelhaare leben indess nur kurze Zeit; bald verwachsen sie mit Erdtheilchen, die sie annagen und werden dann durch die beim Längen- und Dickenwachsthume eintretenden Verschiebungen der Wurzel zerrissen und sterben ab. Da sich nun dieselben niemals theilen, sondern mit den Epidermiszellen, aus denen sie entstehen eine einzige Zelle bilden, so werden durch ihr Absterben die Epidermiszellen geöffnet. Es ist klar, dass auf diese Weise nicht nur die Härchen, sondern auch die Epidermiszellen zu Grunde gehen. Es ist daher natürlich wenn unter dieser eine Schichte vorhanden ist, die verkorkt ist und deren Zellen lückenfrei aneinanderschliessen.

Untersucht man in der That vorjährige noch dünne Wurzeln, so findet man meist eine ganz schöne unverletzte Epidermis. Man möchte sie wenigstens — und hat dies bisher allgemein gethan — für eine solche halten. Es ist aber die Endodermis, die sich ursprünglich unter der Epidermis fand und nun diese in ihrer Function aufgegangene und nun auch überflüssig gewordene Schichte ersetzt. Damit erklärt sich auch, warum sich an derselben keine Spuren der abgestorbenen Wurzelhärchen finden: Die Erklärung einer Frage, von der ich nicht weiss, ob sie überhaupt jemals gestellt wurde.

Es ist eine nicht seltene Erscheinung, dass die äussere Endodermis stärker verkorkt als die Epidermis. Ja ich vermuthe, dass dieses gewöhnlich der Fall ist, da ja die Epidermiszellen nur zum Theile die der Endodermis aber allseitig verkorkt sind; doch habe ich auf diesen Punkt anfänglich nicht geachtet, so dass ich die thatsächliche schwächere Verkorkung auch der inneren

Theile der Epidermiszellen nur in einzelnen Fällen beobachtet habe. Aber diese genügen schon um zu zeigen, dass bei den Wurzeln, wo wenigstens in einem gewissen Entwicklungsstadium die Epidermis eine doppelte Thätigkeit verrichten sollte, die sich schlechterdings nicht mit einander vereinigen lassen, gewissermassen eine Theilung der Arbeit eintritt: Während die Epidermis die Nahrungsaufnahme besorgt und daher wenigstens in gewissen Membranpartien nicht verkorkt ist, übernimmt die Endodermis den Schutz. Später stirbt erstere ab und bleibt letztere als Schein-Epidermis übrig.

Ich fand häufig an Wurzelquerschnitten an der äusseren Endodermis die Spuren der Epidermis hängen, in Form von einzelnen bräunlichen, zerrissenen Fetzen.

Aus dem Gesagten erhellt, dass in der That eine innige Beziehung zwischen dem Bau und dem Verhalten der Wurzelhaare einerseits und der Gegenwart der äusseren Endodermis besteht.

Es ist aber klar, dass im Vorkommen einer äusseren Endodermis bei Wasser- oder Luftwurzeln, die nur sehr spärliche oder gar keine Wurzelhaare entwickeln, kein Gegenbeweis gegen die ausgesprochene Anschauung sein kann, da ja auch an untergetauchten Pflanzentheilen sich eine Cuticula findet. Aber auch ganz abgesehen davon, dass an Wasserwurzeln die Verkorkung viel schwächer, zum Theil schwierig nachzuweisen ist, oder vielleicht manchmal auch ganz fehlt (*Pontederia?*), wo dann die morphologischen Merkmale hinreichen, die Schichte zu erkennen, ist es auch möglich, dass sie auch an solchen ihre besondere Function hat.

Jedenfalls ist es sicher, dass die äussere Endodermis an Landwurzeln eine unbedingte Nothwendigkeit ist.

Ich habe bereits mehrfach bemerkt, dass die Luftwurzel-Endodermis nur eine besondere Modification der gewöhnlichen ist; eine Modification, die durch Anpassung an eine neue Lebensweise entstanden ist. Es fragt sich nun, worin diese Anpassung besteht? Die Antwort ist einfach die: In einer Differentiation der Zellelemente der Endodermis.

Die meisten dieser, wenigstens der dikotylen, bestehen aus lauter mehr minder gleichlangen und ganz gleich beschaffenen

Zellen, welche alle gleich stark verkorkt sind und gleich dichten Inhalt besitzen. Von dieser Art Endodermis, welche die am wenigsten differenzirte darstellt, finden nur alle Übergänge statt bis zu solchen, bei welchen, wie bei vielen monokotylen Erdwurzeln, ein regelmässiger Wechsel von sehr langen und ganz kurzen, d. h. nur 1—2mal längeren wie breiten Zellen stattfindet. Beide Arten von Zellen sind allem Anscheine nach gleich stark verkorkt und besteht ein wesentlicher Unterschied nur darin, dass die Kurzellen einen dichten, protoplasmatischen Inhalt besitzen, während die Langzellen einen ganz hyalinen besitzen. Erstere haben einen grossen, sehr auffälligen Zellkern.

Durch diese Differentiation in Lang- und Kurzzellen ist der erste Schritt zur Entstehung von Luftwurzeln gethan. Die weiteren bestehen nun darin, dass dieser Unterschied zwischen den Lang- und Kurzzellen immer grösser wird; indem die ersteren relativ noch länger werden, stärker verkorken, und dickwandiger werden; die letzteren aber immer weniger stark verkorken, kleiner und ganz dünnwandig werden, und dabei eine Kegelstutzform annehmen, deren breite Basis nach aussen gekehrt ist. Geht die Differenzirung weiter und tritt zugleich die Bildung einer Wurzelhülle ein, so nehmen auch Epidermis und Wurzelhülle daran Antheil, die anatomischen Differenzen zwischen den Lang- und Kurzzellen zu vergrössern.

Doch genügt schon eine geringe Differentiation, um die Luftwurzel entstehen zu lassen. Eine solche gewissermassen noch wenig ausgebildete Luftwurzel, die sich durch ihre Differentiation nur wenig über die in dieser Beziehung am meisten entwickelten Erdwurzeln erhebt, hat z. B. *Hartwegia comosa*.

Hier fehlt jede Wurzelhülle. Die Epidermiszellen sind schwächer verkorkt als die Endodermiszellen und bilden einen dichten Filz von Wurzelhärchen. Die Langzellen der Endodermis sind k a u m m e r k l i c h stärker verkorkt und dickwandiger als die Kurzzellen, die s ä m m t l i c h auch verkorkt sind. Diese sind stark kegelförmig mit dünneren Aussenwandungen, die nach aussen vorgewölbt ist. Sie besitzen einen dichten, protoplasmatischen Inhalt und einen auffallend grossen Zellkern, der der ausgebauchten Aussenwandung angelagert ist. Die Lang-

zellen haben gewellte Radialwandungen und einen hyalinen Inhalt. [1]

Das auffallenste ist hier, dass die Kurzzellen fast ebenso stark verkorkt sind, als die Langen. Man ersieht aus der Beschreibung die unvollkommene Einrichtung. Der Eindruck der Unvollkommenheit wird noch grösser, wenn man an die mit Wurzelhülle versehenen Orchideen und Aroideen-Luftwurzeln denkt.

Offenbar bilden die Kurzzellen mit ihrem grossen, an der breiten, vorgewölbten Aussenwandung gewissermassen vorgeschobenen Zellkern, Anziehungscentra für die von den Wurzelhaaren aufgenommenen Feuchtigkeitsmengen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass nur durch ihre Vermittlung die Communication des Rindenparenchyms mit der Epidermis hergestellt wird, und dass durch die Langzellen gar kein Austausch stattfindet. Da aber beide Zellarten in der Verkorkung nur unmerklich von einander verschieden sind, so muss der Inhalt der massgebende Factor sein. Dieses ist, da es sich hier um Diffusionsvorgänge handelt auch von vorneherein wahrscheinlich.

Durch die inhaltsarmen und stärker verkorkten Langzellen wird die Communication von Rinde und Epidermis unterbrochen, während ein energisches Diffusionssystem von letzterer durch die Kurzzellen zu den ebenfalls inhaltsreichen Rindenparenchymzellen stattfindet. Dies wird durch die merkwürdige, von Leitgeb gefundene Thatsache bekräftigt, dass, sobald die Wurzel zu functioniren aufhört, unter jeder Kurzzelle Korkbildung beginnt, die auf diese beschränkt bleibt.

So gering und wenig auffällig die Eigenthümlichkeiten der *Hartwegia*-Luftwurzel, im Gegensatz zu gewöhnlichen Wurzeln sind, so sind sie doch dem Luftmedium so angepasst, dass, wenn man sie unter Wasser taucht oder in Erde setzt, sie gar nicht mehr weiter wachsen, aber auch nicht zu Grunde gehen, während der Blattbüschel Wasser, resp. Erdwurzeln entwickelt, die zwar im äusseren Ansehen sehr auffallend von den Luftwurzeln verschieden sind, aber nur geringe anatomische Unterschiede aufweisen. Während im Wasser und in ganz trockener Luft [2]

---

[1] Zum Theile nach Leitgeb, l. c. p. 149.

[2] Leitgeb, — p. c. 147—148.

keine oder nur sehr spärliche Wurzelhaare entwickelt werden, entstehen solche im Boden und in feuchter Luft. Diese Thatsache mag lehren, dass die Wurzel im Boden immer zugleich auch etwas Luftwurzel ist und so erklären, warum gewöhnliche Erdwurzeln häufig im Baue ihrer äusseren Endodermis den Luftwurzeln ähnlich sind. Wenn der Boden einigermassen trocken ist, mag ein Theil der Wurzelhaare und jene Partien aller, welche nicht directe mit Bodentheilchen verwachsen sind, ähnlich fungiren wie der Haarfilz der Luftwurzeln von *Hartwegia*, welcher zweifelsohne dieselbe Thätigkeit ausübt, wie die Wurzelhülle. Es ist daher kein grosser Schritt von einer Erdwurzel zu einer Luftwurzel; im Gegentheile ist das geringste Ausmass des nöthigen Unterschiedes kleiner als gewöhnlich wohl angenommen wird.

Dass im Boden in der That, wenigstens unter Umständen, Luftwurzelfunction stattfinden kann, lehrt *Crinum bracteatum*, deren Erdwurzeln nach Nicolai[1] eine Wurzelhülle besitzen, die 3—4 Zelllagen mächtig, aus porös verdickten Zellen besteht.

Die am weitesten gehende Anpassung zeigen die Luftwurzeln vieler Orchideen und einiger Pothos-Arten. Hier findet der grösstmögliche Unterschied zwischen den Lang- und Kurzzellen statt, und nimmt auch die Wurzelhülle einen über den Kurzzellen verschiedenen Bau an, welcher, wie Leitgeb gezeigt hat, deutlich auf die Function der Kurzzellen hinweist.

Über diesen Punkt geben die citirten Arbeiten von Oudemans und Leitgeb[2] Auskunft. Auf diese Weise sehen wir die äussere Endodermis alle möglichen Grade der Differenzirung durchmachen. Am wenigsten differenzirt ist sie bei den Wasserwurzeln, mehr bei dikotylen Landwurzeln; einen dritten Grad erreichen sie bei den meisten monocotylen Erdwurzeln, dann kommen gewisse unvollkommene Luftwurzeln und endlich die vollkommenen der Orchideen und Aroideen, wo sich wieder alle möglichen Abstufungen geltend machen.

[1] L. c. p. 73.

[2] Siehe auch: Sitzungsber. d. W. Akad. math.-nat. Cl. 49. Bd., I, 1864, p. 275 und Denkschriften d. Wiener Akad., 24. Bd., math.-nat. Cl.

2. Verkorkte Sklerenchymscheiden.

Schwendener sagt in seinem Werke „Das mechanische Princip im anatomischen Baue der Monokotylen“, p. 126 und 27, im Wesentlichen Folgendes: Eine gewisse Kategorie von unterirdischen Organen vegetirt im lehmigen oder wasserdurchtränkten Boden, und bedarf daher grosser Luftcanäle und somit festen peripherischen Schutzes. Überdies hat die Pflanze der Anforderung zu genügen, das Eindringen von Wasser durch Herstellung einer genügenden Schichte verkorkter Membranen zu verhüten. Es geschieht dieses durch einen hohlcylindrischen Bastmantel, welcher sich entweder unmittelbar an die Epidermis anschliesst, oder aber an eine peripherische Lage verkorkter Rindenzellen. Die Abhaltung des Wassers wird in verschiedener Weise, bald nur durch die Epidermis in Verbindung mit der verkorkten Zwischenzellsubstanz des Bastcylinders, bald ausserdem noch durch die genannten Rindenzellen bewirkt. Das erstere ist der Fall bei den Rhizomen von *Carex stricta*, *caespitosa*, *vulgaris* und *limosa* etc.; die verkorkten Rindenzellen kommen vor bei *Carex Schreberi, brizoides, stenophylla* etc.

Obwohl ich eine Verkorkung der „Zwischenzellsubstanz“ des Bastcylinders nicht für möglich hielt, was auch die Untersuchung bestätigte, so schien mir doch unter den gegebenen Umständen das Auftreten von Suberinlamellen möglich. In Folge dessen habe ich — allerdings nur *Carex paludosa* genauer untersucht, deren Rhizome zu jenen gehören, die unmittelbar unter der Epidermis einen Bastring besitzen. Dieser besteht aus 2—4 Schichten. Nach innen wird die Rinde durch eine, aus verdickten Zellen bestehende Endodermis abgegrenzt. In jener verlaufen dünne Stränge (Blattspuren), die ebenfalls eine Endodermis besitzen.

Behandelt man einen dünnen Querschnitt in der Wärme schwach mit Schulze'schem Gemische, so wird im ganzen Schnitte die Mittellamelle aufgelöst und die Cuticula hebt sich etwas von der Epidermis ab. Setzt man nun etwas Kalilauge hinzu und erwärmt wieder schwach, so erkennt man, dass die Cuticula und eine dünne, sich ausserhalb der starken Verdickungen der Zellen des Bastringes und der Epidermis befindliche

geschlossene Membranschichte, genau dieselbe Reaction zeigen. Es haben daher sowohl die Epidermiszellen als auch die des Bastringes einen Membranbau wie die Korkzellen. Eine Mittellamelle, die sich in Schulze'schem Gemische leicht löst, eine sehr dünne Suberinlamelle und einen dicken verholzten Celluloseschlauch. Die Suberinlamelle erscheint nach dem Auflösen der Mittellamelle und dem Erwärmen mit Kali als eine ganz schmale Zone einer ochergelben, körnigen Masse, welche den dicken Cellulosering des quer durchschnittenen Celluloseschlauches umgibt. In einzelnen Zellen kommt folgender Bau vor: 1. Mittellamelle, 2. Sub. L., 3. Cellulose L., 4. Suberin L., 5. Cellulose L., und dann sieht man zwei in einander geschachtelte Celluloseringe, die durch eine dünne Zone von gelber, körniger Masse getrennt sind.

Es gelingt aber auch die Suberinlamellen nebst der Cuticula, welche sich ganz ebenso verhält als getrennte erhaltene Lamellen darzustellen, wenn man nach Auflösung der Mittellamelle Kalilauge hinzusetzt, aber nicht erwärmt. Dann erhält man, indem sich die Celluloseschläuche stark zusammenziehen, während sich Cuticula und Suberinlamellen wellen, ein Bild ähnlich wie Fig. 10 zeigt. Es wurde bereits erwähnt, dass die Epidermiszellen ganz denselben Bau zeigen, wie die darunter liegenden Zellen des Bastringes. Die Cuticula wird von der Suberinlamelle der Oberhautzellen durch in Schulze'schem Gemische lösliche Substanz getrennt, welche eine directe Fortsetzung der Mittellamelle ist. Sie (Cuticula) ist daher den Epidermiszellen wie etwas Anatomisch-getrenntes und Selbstständiges aufgelagert.

Ich wiederhole, dass jede Zelle, sowohl der Epidermis als auch des hypodermalen Bastringes eine geschlossene Suberinlamelle besitzt und ferner, dass manche Zellen zwei Suberinlamellen besitzen und zwei Celluloseschläuche. Ich bemerke noch, was die Identität der Substanzen der Suberinlamelle und Cuticula betrifft, dass sich beide auch gegen Chromsäure völlig gleich verhalten. Nach $^3/_4$stündiger Einwirkung einer concentrirten Lösung, wird die Mittellamelle gelöst, nicht aber die Cuticula und Suberinlamelle.

Nach dem zu urtheilen, was ich noch bei *Carex arenaria* und *hirta* gesehen habe, und den citirten Angaben Schwendener's ist dieser Bau bei den Carex-Rhizomen allgemein verbreitet.

Nach dem Gesagten ist daher nicht die Mittellamelle verkorkt, sondern ganz so wie bei den Korkzellen eine sich an diese anschliessende bestimmte dünne Lamelle.

Wir haben es hier mit einem verkorkten Gewebe zu thun, das aber kein Kork ist, und nicht gegen zu starke Verdunstung, sondern gegen das Eindringen von Wasser schützen soll.

Durch die Suberinlamelle unterscheidet sich der beschriebene Bast sehr auffällig von dem gewöhnlichen. Nicht nur anatomisch, sondern auch physiologisch. Er muss jedenfalls scharf von jenem geschieden werden, und wird es meine spätere Aufgabe sein, die Bastgewebe, namentlich der Monokotylen in dieser Beziehung zu untersuchen. Ich nenne vorläufig Baste mit Suberinlamellen, „verkorkte Baste", indem ich es einstweilen dahingestellt lasse, ob man dergleichen Gewebe nicht in nähere Beziehung zu den echten Korken zu bringen habe.

ANHANG.

Fälschlich als verkorkt bezeichnete Dinge.

In der Literatur finden sich nicht selten Angaben, die sich auf die Verkorkung oder Cuticularisirung von Geweben beziehen, bei welchen andere Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Möglichkeit einer solchen fehlen. Die Angaben über die angewendeten Reactionen und die Resultate derselben sind meist unvollständig, oder fehlen ganz, was damit zusammenhängt, dass es an völliger Sicherheit fehlte, die bei dem Mangel specifischer Korkstoffreactionen erklärlich ist. Da es nun in einzelnen Fällen von grossem Interesse ist, zu wissen, ob in der That Verkorkung vorliegt, so habe ich einige Nachuntersuchungen angestellt, deren Resultate ich im Folgenden wiedergebe.

a) Über die sogenannten Cuticularfäden Lürssen's bei Farnen (Intercellularfortsätze). Nach Lürssen[1] kommen in den Intercellularräumen mehrerer Farnkräuter eigenthümliche Fäden vor, welche die Eigenschaften schwach cuticularisirter Membranen

[1] Bot. Zeitung 1873, p. 641, 644.

zeigen sollen; mit Jod soll schwache Gelbfärbung, mit Jod und Schwefelsäure starke Bräunung unter leichter Quellung eintreten, Chlorzinkjod Braunfärbung hervorbringen; concentrirte Schwefelsäure schwache Quellung und langsame Lösung bewirken. Heisse Kalilauge soll dieselben sofort lösen. In Folge dieser Reactionen werden sie Cuticularfäden genannt. Da diese Reactionen zur sicheren Constatirung der Cuticularisirung nicht hinreichend sind, und diese Fäden, wenn sie wirklich verkorkt wären, von doppelt grossem Interesse wären, so habe ich dieselben auf ihre Eigenschaften näher untersucht.

Bei *Struthiopteris germanica* kommen sie in den Rhizomen sehr schön ausgebildet vor. An vorjährigen Rhizomen, welche schon stark verholzte Gefässe und schwach verkorkte Endodermen zeigten, ergaben sie folgende Reactionen. Chlorzinkjod schwache Gelbfärbung; Xylophilin und Anilin-Salzsäure zeigten keine Spur von Verholzung an, ebensowenig wie in den Mittellamellen des Parenchyms, in welchen sie vorkommen. Mit Kalilauge erwärmt, zerfielen sie scheinbar in eine feinkörnige Masse, die aber durch Wasser nicht weggeführt wurde und sich mit Chlorzinkjod schwach gelb färbte. Sie quellen nämlich etwas in der Kalilauge und werden schlaff, und da sie sehr zart sind und sich daher hiebei mannigfach verbiegen und übereinanderlegen, so macht das Gewirre sich kreuzender Fäden den Eindruck einer körnigen Masse. Auch gegen das Schulze'sche Gemisch verhalten sie sich ganz anders als das Suberin, das in den angrenzenden Endodermiszellen in den Seiten- und Innenwandungen und nur in diesen vorkommt. Sie werden immer hyaliner, während diese immer schärfer hervortreten und sich dann mit Chlorzinkjod braun färben, was die Fäden nicht thun.

Wir haben es hier also weder mit Holz- noch mit Korksubstanz zu thun, sondern mit jener Mittellamellensubstanz, wie sie in Parenchym und Collenchym vorkommt, und die sich mit Chlorzinkjod nicht oder kaum färbt.

Diese Fäden sind Producte der Mittellamelle. Dieses sieht man an sehr dünnen Schnitten, besonders an solchen Stellen, wo die Mittellamelle von Natur aus gelb gefärbt ist, sehr deutlich. In den Kanten, wo die Zellen zusammenstossen, finden sich entweder 3—4eckige Zwickel oder Intercellularräume. Man

hat sich die Bildung dieser Fäden nicht durch centrifugales, locales Wachsthum in den bereits gebildeten Intercellalarraum hinein vorzustellen, sondern einfach als Folge einer unvollständigen Spaltung der Mittellamelle in den Kanten. Selbstverständlich kann ihre Entstehung nur durch intercalares Wachsthum geschehen; ebenso ist es selbstverständlich, dass auch hie und da ein Faden reissen kann, oder bei starkem Wachsthum der Zelle alle, oder die meisten reissen können: Und es ist dann ein weiteres Wachsthum derselben nicht ausgeschlossen. Auf diese Weise ist eine einfache Erklärung hergestellt des Umstandes, warum ein Faden mit beiden Enden mit den Membranen zweier Zellen verbunden sein kann. Es muss dieses in der Jugend bei allen der Fall sein, denn die freien Fäden sind erst Zerreissungsproducte.

Behandelt man einen sehr dünnen Schnitt mit Schulze'schem Gemische in der Wärme und versetzt ihn dann vor dem Auflösen der Mittellamelle, welches immer gleichzeitig mit dem der Fäden geschieht, mit Chlorzinkjod, so tritt diese sammt den ihr anhängenden Fäden sehr deutlich durch ihre Farblosigkeit oder sehr schwache Gelbfärbung hervor, während sich die an die Mittellamelle anlagernde Cellulose-Membran schön violett färbt. Jeder Intercellularraum ist allseitig von einer Schichte der gespaltenen Mittellamelle ausgekleidet, von welcher die Fäden ausgehen. Da diese ursprünglich Querbalken waren, so müssen immer je 2 (oder 3) zusammengehören und einander gegenüberstehen, nämlich die 2 (oder wenn sich der Balken verzweigte 3) Theilstücke des Balkens, aus welchem sie hervorgegangen sind. Dieses kann man in der That an jedem guten Schnitte, wenn er nicht zu dünn ist, sehen, und lässt sich auch aus Lürssen's Figuren, trotzdem dieser von diesem Verhältnisse nichts wusste, an mehreren Stellen gut erkennen.

Es bestehen daher bei *Struthiopteris germanica* diese Fäden, welche keine Cuticularfäden sind, aus der Substanz der Mittellamelle, welche weder Holzstoff, noch Korkstoff, noch Cellulose ist, sondern jenes Umwandlungsproduct der Cellulose, welches sich bei Collenchym- und Parenchymzellen, die Mittellamelle bildend, häufig findet.

Die sogenannten Cuticularfäden von *Angiopteris erecta*, wo sie im Blatte vorkommen, wurden von mir speciell im Diachym untersucht und färbten sich mit Chlorzinkjod kaum; wahrscheinlich

gar nicht, da sie in der concentrirten Reactionsflüssigkeit eine hellere Färbung aufwiesen, als diese selbst. Mit Xylophilin und Anilin-Salzsäure keine Spur von Verholzung; mit Schulze'schem Gemische werden sie schon in der Kälte ganz hyalin, enthalten also keine Spur von Cuticularsubstanz. Schon nach ganz kurzer Einwirkung dieses Reagens in der Kälte werden sie zum grössten Theile gelöst. Dabei zeigte sich nach Behandlung eines solchen Präparates mit Chlorzinkjod, die schon mehrfach beobachtete Erscheinung, dass sich die Cuticula der Blattunterseite durch die Spaltöffnungen hindurch auf die Innenseite der Epidermis erstreckt, so dass diese beiderseits mit einer Cuticula bekleidet ist, innen mit einer ausserordentlich dünnen, aussen mit einer ziemlich dicken. An der Innenseite der Epidermiszellen habe ich nie Intercellularfortsätze bemerkt. Aber es geschicht stellenweise, dass sich die innere Cuticula auch auf die die Athemhöhle begrenzenden Diachymzellen erstreckt, oder noch weiter. Dann sind natürlich die Intercellularfortsätze ebenfalls überzogen. Dieses ist aber eine rein zufällige Erscheinung, die mit dem gewöhnlichen Falle nichts zu thun hat. Weiter entfernt von den Spaltöffnungen zeigen die Intercellularfortsätze dieselbe mikrochemische Beschaffenheit, wie in den Rhizomen von *Struthiopteris*, was aus den angegebenen Reactionen hervorgeht.

Die durch das Schulze'sche Gemische freigelegte innere Cuticula zeigt eine zartkörnige Beschaffenheit. Die scheinbaren Körner entsprechen der Grösse und Anordnung nach den Höckern und Zapfen, welche die Intercellularfortsätze bilden, und sind nichts anderes, als die leeren Umkleidungen derselben. Der der Innenseite der Epidermis angehörige Theil der inneren Cuticula ist vollkommen glatt.

Im Diachym von *Angiopteris evecta* sind diese Bildungen nur als kurze, ziemlich dicht stehende, stumpfe Stacheln ausgebildet; da es also keine Fäden sind, und auch nicht cuticulariirt sind, so kann man dieselben nicht als Cuticularfäden bezeichnen. Sie sind vielmehr ganz allgemein Intercellularfortsätze zu benennen, wodurch von chemischer Beschaffenheit und Form derselben abstrahirt wird, die beide wechseln können. Bei *Marattia Kaulfussi*, wo sie Lürssen im Diachyme nicht finden konnte, kommen sie ebenfalls vor; aber nur sehr spärlich und

nicht jeder Schnitt zeigt dieselben. Auch scheinen sie hier fast nur in der Nähe von Athemhöhlen und in diesen vorzukommen. Sie stehen sehr vereinzelt, sind ganz hyalin, stumpf stachelförmig. Ein Eindringen der Cuticula findet hier nicht statt. Sie sind sehr weich und lösen sich schon in kaltem Schulze'schem Gemische.

Ich brauche kaum zu bemerken, dass sie auch bei diesen beiden Formen der Mittellamelle, d. h. deren Spaltungsproducten angehören. Das über diesen Gegenstand Gesagte lässt sich folgendermassen resümiren.

1. Die sogenannten Cuticularfäden oder Cuticularverdickungen Lürssen's sind nicht cuticularisirt, und sind daher als Intercellularfortsätze zu bezeichnen. Nur jene von ihnen, welche in oder in der Nähe einer Athemhöhle sich finden, die zudem durch eine eindringende Cuticula ausgekleidet wird, sind von einer ausserordentlich dünnen Cuticula überzogen (z. B. *Angiopteris erecta*).
2. Die Intercellularfortsätze gehören der Mittellamelle von Parenchymzellen an. In Folge dessen färben sie sich mit Chlorzinkjod nicht oder nur schwach gelblich. Sie stimmen auch in ihren übrigen Eigenschaften mit denen der Mittellamellensubstanz von weichen Parenchymzellen überein, die noch unbekannter Natur ist.
3. Sie sind als die Folge einer unvollständigen Trennung der Mittellamelle bei der Intercellularraumbildung aufzufassen. Dabei mag noch nachträglich Wachsthum hinzukommen. Jedenfalls aber entstehen sie nicht durch nachträgliches centrifugales Dickenwachsthum in die bereits fertigen Intercellularräume hinein, sondern durch intercalares während dem Vorgange der Spaltung.

b) Graf zu Solms-Laubach[1] gibt Folgendes an:

Die Saugfortsätze der Haustorien von Schmarotzerpflanzen sind von einer gelben, stark lichtbrechenden, bei *Osyris alba* und *Melampyrum* ausnehmend dicken Schichte umkleidet, die aus den ausgesogenen und zusammengepressten Residuen der von ihnen verdrängten Gewebemassen der Nährpflanze besteht.

[1] „Über den Bau und die Entwicklung der Ernährungsorgane parasitischer Phanerogamen." Pringsheim's Jahrb. VI. 568.

Sie werden durch Schwefelsäure nicht verändert, quellen mit Kalilauge auf und zerfallen beim Erhitzen damit theilweise in kleine Körnchen. Schulze'sches Gemisch verwandelt sie in der Wärme in eine grauliche, in Alkohol und Äther theilweise lösliche Körnermasse, woraus zu schliessen ist, dass man es hier mit einer Korksubstanz oder cuticularähnlichen Masse zu thun hat.

Würden diese Angaben alle stimmen, so wäre es keinem Zweifel unterworfen, dass wir es in der That mit Korksubstanz zu thun hätten, denn sie genügen vollkommen, um eine sichere Bestimmung möglich zu machen, so auffallend und unverständlich es auch wäre, dass sich der Saugfortsatz mit einer so dicken Suberinschichte, welche jegliche Diffusion zu verhindern im Stande wäre, umgibt.

Die genaue Untersuchung[1] ergab für *Osyris alba*, dass die fraglichen Massen aus den stark verholzten und gelbgefärbten Membranresten der unterdrückten Gewebe besteht. Schwefelsäure wirkte ebenso ein, wie auf benachbarte, stark verholzte Zellen; Xylophilin-Salzsäure gab intensive Violettfärbung, trotz der natürlichen Gelbfärbung. Es zeigte sich ferner, dass nicht nur diese Massen verholzt sind, sondern auch die angrenzenden Zellen des Saugfortsatzes etwas, wenigstens stellenweise, während die weiter entfernten aus reiner Cellulose bestanden. Dessgleichen waren die angrenzenden Theile der Nährpflanze verholzt. Es hat den Anschein, als würde diese Verholzung durch den Saugungsprocess eingeleitet, was bei dem Umstande, dass eine mit einer gewissen Holzstoffmodification durchsetzte Zellwand Wasser jedenfalls besser leitet, als reine Cellulose, möglich erscheint und von Interesse wäre.

Die Kali- und Cerinsäure-Reaction gelang in keiner Weise. Aus diesen Daten geht hervor, dass wir es mit den restirenden, schwerer löslichen, stärker verholzten Membranresten zu thun haben, welche durch den gegenseitigen Druck von Nährpflanze und Schmarotzer ganz fest zusammengepresst sind. Dieses beweist auch ihre Structur, die nach Maceration deutlich wird: Wirre

[1] Das Material hiezu, sowie die Kenntniss der betreffenden Literaturstelle verdanke ich der Güte des Autors.

zusammengepresste Zellhäute und hie und da ein gelb oder braun gewordener Inhalt. Hiemit erklärt sich auch Manches, l. c. p. 568, Gesagte.

Wir haben es hier wahrscheinlich mit ganz ähnlichen Membranresten zu thun, wie sie bei der Keimung mancher Samen mit hartem Endosperm entstehen. Bei der Dattel, wo der Process leicht zu verfolgen ist,[1] ist es sicher, dass nur die Mittellamellen als unlöslich zurückbleiben. Ich halte es für wahrscheinlich, dass auch bei Schmarotzern ein Theil der Membran gelöst wird, oder überhaupt in Lösung kommt, während vielleicht nur die verholzten oder sonst unlöslichen Mittellamellen zurückbleibend, zur Bildung jener Massen Veranlassung geben.

---

[1] Siehe Sachs, Bot. Zeitung, 1862, Taf. IX, p. 250.

Figuren-Erklärung.

Tafel I.

Fig. 1. *Populus pyramidalis.* Querschnitt durch zwei Korkzellen, nach kurzer Behandlung mit Schulze'schem Gemische (900); *m*, Mittellamelle; *s*, Suberinlamelle; *g*, Zwischenlamelle; *c*, Celluloselamelle.

„ 2. *Platanus orientalis.* Querschnitt durch einige Korkzellen von dünnen Zweigen. Das Übrige wie in Fig. 1. (300.)

„ 3. *Platanus orientalis.* Querschnitt durch einige Korkzellen des älteren Stammkorkes. (300.)

„ 4. *Pelargonium zonale.* (300.) Zellen aus dünnem Querschnitte, der schwach mit Kalilauge erwärmt wurde; *s*, die ochergelbe, körnige Masse, die aus der Suberinlamelle entstanden ist; *c*, Celluloseschlauch; *m*, Mittellamelle.

„ 5. *Cytisus Laburnum.* (900.) Querschnitt durch zwei Korkzellen; *s*, *m*, *c*, wie früher.

„ 6. *Cytisus Laburnum.* (900.) Querschnitt durch eine Korkzelle aus einem dünnen Schnitt, der sechs Tage in concentrirter Kalilauge lag und dann nach Auswaschen mit Chlorzinkjod behandelt wurde; *c*, *m*, wie oben; d_1, d_2, d_3, drei Celluloseschichten aus der Suberinlamelle.

„ 7. *Cytisus Laburnum.* (900.) Behandlung und Bezeichnung wie in Fig. 6; Tangentialschnitt einer gezerrten, ziemlich weit nach aussen gelegenen Korkzelle des älteren Stammkorkes.

„ 8. *Pyrus Malus.* (900.) Zwei durch siebenstündige Einwirkung von concentrirter Chromsäure isolirte Suberinschläuche, mit Kalilauge behandelt. (Kalt.)

„ 9. *Platanus orientalis.* (900.) Bereitung wie bei Fig. 8, die wie diese Querschnitt ist.

„ 10. *Boswellia papyrifera.* (300.) Dünner, fünf Stunden lang mit concentrirter Chromsäure behandelter Querschnitt. Mittellamelle aufgelöst, und daher durch Trennung Intercellularräume entstanden (*i*); *c*, der zusammengezogene Celluloseschlauch; *s*, Suberinlamelle.

„ 11. *Ulmus effusa.* (900.) Querschnitt durch die Epidermis und die zwei äussersten Korkzelllagen; *c*,*A*, Cuticula; *M* und *C*, Mittellamelle und Cellulose der Epidermiszellen; *c*, *s*, *m*, wie oben. Die Lamellen sind theils schematisch eingezeichnet, theils so, wie sie nach kurzer Einwirkung von Kali sichtbar werden. In den Zellen a_1, a_1 sind die vereinigten $c+s$ abgelöst von der ursprünglichen Cellulosewand (*D*) der Korkinitiale.

„ 12. *Ulmus effusa.* (900.) Bezeichung: *J*, rothbrauner Inhalt; *H*, Haar, sonst Alles wie in Fig. 11.

Fig. 13. *Boswellia papyrifera.* (300.) Querschnitt. Man sieht drei Lagen von Korkzellen, mit der dicken, meist aus reiner Cellulose bestehenden Celluloselamelle, und die Innenwände von zwei Phelloidzellen, mit den als Zacken erscheinenden quer durchschnittenen Verdickungsleisten. Die sehr dünnen Seitenwände sind zerrissen.

Tafel II.

Fig. 14. *Boswellia papyrifera.* (300.) Die Innenwandungen einiger Phelloidzellen, mit den leistenförmigen Vorsprüngen, die als Linien erscheinen.

„ 15. *Ulmus effusa.* (900.) Querschnitt durch den stark gezerrten Kork eines älteren Zweiges. Siehe Text, p. 90.

„ 16. und 17. *Betula alba.* (300.) Zwei Tangentialansichten, nicht mit Alkohol behandelt. Fig. 17, ganz innen entnommen, wo die Tangentialzerrung beginnt, und die Betulinkrusten eben in quere Stücke gesprungen sind; Fig. 16, weiter nach aussen, wo jene Stücke bereits ziemlich weit von einander gezogen sind. Die Betulinkrustenstücke sind dunkel gehalten.

„ 18. und 19. *Ulmus effusa.* (900.) Erstere stellt die Tangentialansicht einer Korkzelle aus Schichte 2 in Fig. 15 dar. Die Zelle ist mit ungetheiltem, homogenem, braunem Inhalte erfüllt. Fig. 19, ebenso aus Schichte 3; Inhalt quergetheilt.

„ 20. *Quercus Suber.* (Vergrössert etwa 400.) Radialschnitt mit einer Krystallzelle. Die Drüse, die in einem dichten Gebälke steckt, steht nahe der Innenwand.

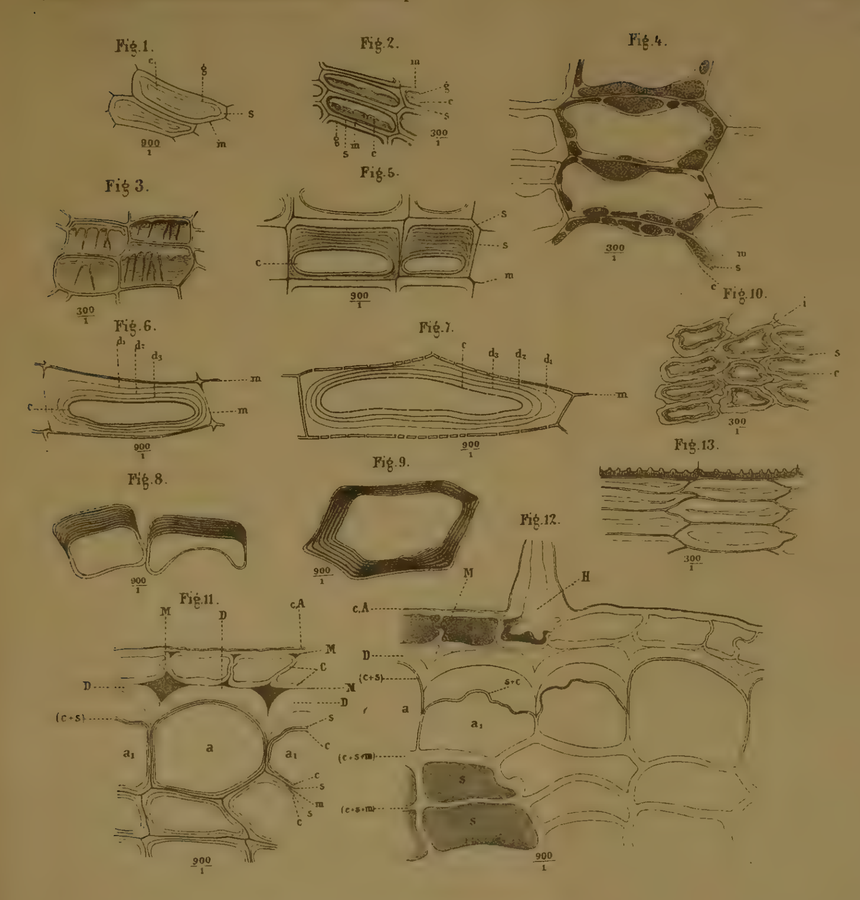
„ 21. *Rubus odoratus.* (900.) Querschnitt durch ein Korkblatt, das aus einer mittleren, stark verkorkten und dickwandigen Korkzellage und zwei einschliessenden, dünnwandigen und braungefärbten Phelloidzelllagen besteht.

„ 22. *Viburnum Opulus.* (300.) Querschnitt durch das erstgebildete Periderm (De Bary). *E*, Epidermis; *P*, Phelloid; *K*, Kork; *R*, Korkrindenzellen; *w*, *rb*, *br. v*, und *g* bezeichnen die durch Einwirkung von Chlorzinkjod erzeugten Färbungen (weiss-farblos, rothbraun, braun, violett und gelb). Im Korke *K* sind die Lamellen angedeutet.

„ 23. *Melaleuca styphelioides.* (350.) Querschnitt durch ein Phellemstück aus älterer Borke, um einen rechten Winkel verdreht; *K*, Korkzell-, *p*, Phelloidzellreihe; *I*, Intercellularraum.

„ 24. *Salix purpurea.* (300.) Querschnitt durch die zwei äussersten Korkzelllagen (halbschematisch). *ae*, Aussenwand der ehemaligen Epidermis; *c*, *s*, *m*, wie gewöhnlich.

Sämmtliche Zeichnungen wurden mit dem Zeichenprisma entworfen.



Druck v. J. Wagner



Fig. 14.

300/1

Fig. 15.

4
3
3
2
1
1

900/1

Fig. 16.

300/1

Fig. 17.

300/1

Fig. 18.

900/1

Fig. 19.

900/1

Fig. 20.

400/1

Fig. 21.

900/1

Fig. 22.

w
rh
w
K
P
br
K
v
R

300/1

Fig. 23.

i
k k p k i p k

350/1

Fig. 24.

e
s
m
e
s

300/1



Histochemische Untersuchung über das Xylophilin und das Coniferin.

Von Dr. **Franz v. Höhnel.**

I. Über das Xylophilin.

Als ich behufs einer anderen Reaction[1] einen Querschnitt durch einen dünnen Zweig von *Salix purpurea* mit Phenol und Salzsäure versetzte, und den Schnitt nach einer halben Stunde betrachtete, zeigte sich, abgesehen von jener Reaction, der Bast und ein Theil des Holzes schön und intensiv violett gefärbt. In Folge näherer Untersuchung erfuhr ich bald, dass auch Salzsäure allein die Färbung bewirkte, und ich erinnerte mich hiebei der bekannten Thatsache, dass gewisse Membranen aus dem Querschnitte von Fichtennadeln mit Salzsäure dieselbe Färbung zeigen, und ferner einer von mir selbst gemachten Beobachtung, wonach sich die Zellen der Schichten III und IV aus der Samenschale der *Cucurbitaceae Trichosantes anguina* mit Salzsäure ebenfalls violett färben.

Hieher gehören auch zum Theile die Färbungen, die Mulder, Harting, Mohl, Wiesner, Th. Hartig, Wigand, Böhm, R. Müller und Kubel mit Salz- und Schwefelsäure an verschiedenen Membranen erhalten haben. Um den Zusammenhang nicht zu stören, und namentlich um die Erklärungen zu den verschiedenartigen Angaben und Beobachtungen, mit oft weitgehenden Folgerungen, geben zu können, erspare ich mir die Besprechung der Literatur auf den Schluss der Arbeit.

Durch jene Beobachtungen aufmerksam gemacht, habe ich gegen 300 verschiedene Pflanzen, aus den verschiedensten Familien und Gruppen untersucht und gefunden, dass die in Rede

[1] Siehe die Abhandlung über das Coniferin.

stehende Färbung von einem und demselben bestimmten Stoffe herrührt, den ich, um es gleich zu sagen, Xylophilin genannt habe, welcher Name alsbald gerechtfertigt werden soll. Ich habe hiebei gefunden, dass dieser Stoff eine ungemein grosse Verbreitung hat, dass er mit einem Worte zu den häufigsten Körpern gehört, die wir fertig gebildet in der Pflanze finden.

1. Bei einem Stoffe von grosser Verbreitung ist es selbstverständlich, nach Beziehungen zu andern Stoffen, zu den angenommenen Abtheilungen des Pflanzensystems, oder Umständen des Vorkommens zu suchen, und da dieses nur durch Untersuchung und directen Vergleich einer grossen Anzahl von Einzelfällen geschehen kann, so habe ich die untersuchten Fälle in eine Tabelle zusammengestellt, an welche ich meine Bemerkungen anknüpfen werde.

Familie oder Classe	Sehr reich an Xylophilin	Xylophilin leicht nachweisbar, aber in geringerer Quantität vorhanden	Das Xylophilin kommt wahrscheinlich vor	Das Xylophilin fehlt
Filices	*Polybotrya Meyeriana*	*Asplenium marinum*		*Polypodium pustulatum*
		„ *furcatum*		*Pteris japonica*
		„ *pubescens*		
		Struthiopteris germanica		
		Pteris aquilina		
Lycopodiaceen				*Selaginella Kraussiana*
				Lycopodium Selago
Hydropterides	*Marsilea quadrifolia*			
	Pilularia globulifera			
Coniferen, 4 Familien	*Pinus Strobus*	*Gingko biloba*		

	„ *silvestris*			
	„ *Picea*			
	Larix europaea			
	Cedrus Libani			
	Taxodium distichum			
	Thuja occidentalis			
	Juniperus communis			
	Taxus baccata			
Gnetaceen		*Ephedra* sp.		*Dactylis glomerata*
Gramineen				*Arundo Donax* u. 3 w. Art.
Cyperaceen				*Carex acuta*
Butomaceae				*Butomus umbellatus*
Aroideae		*Acorus Calamus*		
		Arum italicum		
Typhaceae		*Sparganium ramosum*		
Palmae		*Chamaedorea Schiedeana*		
Juncaceae				*Juncus communis*
				Luzula albida
Liliaceae		*Dracaena fragrans*		*Anthericum Liliago*
				Hemerocallis flava
				Allium sp.
Smilaceae		*Ruscus aculeatus*	*Polygonatum giganteum*	
		Smilax Pseudosarsaparilla		
Irideae				*Gladiolus communis*
Betulaceae	*Betula alba*			*Alnus incana*

Familie oder Classe	Sehr reich an Xylophilin	Xylophilin leicht nachweisbar, aber in geringerer Quantität vorhanden	Das Xylophilin kommt wahrscheinlich vor	Das Xylophilin fehlt
Cupuliferen		*Castanea vesca*	*Carpinus Betulus*	
		Corylus Avellana		
Ulmaceae und *Celtideae*		*Ulmus effusa*		*Celtis occidentalis*
Moreen u. *Plataneae*		*Ficus Carica*		*Maclura aurantiaca*
		Broussonetia papyrifera		
		Platanus orientalis		
Balsamiflua		*Liquidambar styraciflua*		
Urticaceae		*Boehmeria nivea*		*Urtica dioica*
Salicineae		*Populus alba*		
		Salix purpurea u. 3 w. Art.		
Chenopodeae			*Beta marittima*	
Polygoneae		*Rumex latifolius*		
		Rheum undulatum		
		Polygonum Sieboldii		
Laurineae und *Daphnoideen*		*Laurus nobilis*		*Daphne Mezereum*
Aristolochieen				*Aristolochia Clem.* u. *Sypho*
Plantagineen				*Plant. media* u. *Cynops*
Plumbagineae und *Globularieae*		*Plumbago europaea*		*Globularia vulgaris*
Valerianeen und *Dipsaceen*			*Knautia arvensis*	*Valeriana officinalis*
				Centranthus angustifolius

Compositae		*Lappa communis*	*Solidago Virga aurea*	*Senecio Petasites*
			Tragopogon pratensis	*Baccharis halimifolia* und 10 w. krautige Arten
Rubiaceae			*Galium Mollugo*	*Coffea arabica*
				Asperula odorata
Caprifoliaceae		*Viburnum Tinus*		*Weigelia rosea*
		„ *Opulus*		*Sambucus nigra*
				Lonicera Xylosteum
Oleaceae und *Jasmineae*		*Ligustrum vulgare*	*Fraxinus excelsior*	*Forsythia suspensa*
			Syringa vulgaris	*Jasminum nudiflor.*
Apocyneen und *Asclepiadeen*			*Fontanesia phylliroides*	*Vinca minor*
				Asclepias curassarica
				Nerium Oleander
Labiatae		*Leonurus Cardiaca*	*Lamium album*	*Teucrium Chamaedrys*
			Salvia pratensis	*Salvia offic.* u. 3 w. Art.
Verbenaceae				*Lippia citriodora*
				Vitex Agnus castus
Borragineae				*Symphytum officinale*
Convolvulaceae				*Calystegia sepium*
Solanaceae			*Datura arborea*	*Solanum capsicastrum*
			Solanum jasminoides	*Nierembergia gracilis*
				Cestrum foetidiss.
				Lycium barb. u. noch 1 Art.
Scrophularineen			*Rhinanthus cristagalli*	*Antirrhinum majus*
				Veronica 2 Arten

Familie oder Classe	Sehr reich an Xylophilin	Xylophilin leicht nachweisbar, aber in geringerer Quantität vorhanden	Das Xylophilin kommt wahrscheinlich vor	Das Xylophilin fehlt
Acanthaceae				*Acanthus longifolius*
Bignoniaceae				*Paulownia imperialis*
				Bignonia radicans
Primulaceae		*Lysimachia verticillata*		*Catalpa syringaefolia*
Ericaceae	*Kalmia latifolia*	*Andromeda acuminata*		
	Ledum latifolium			
	Vaccinium macrocarp.			
	" *Myrtillus*			
Umbelliferae		*Heracleum Spondylium*	*Heracleum sibiricum*	*Astrantia caucasica*
			Aegopodium Podagraria	*Chaeroph. aur.* u. noch 1 Art
Araliaceae			*Hedera Helix*	*Aralia halepensis*
Corneae		*Cornus mas*		*Aucuba japonica*
Loranthaceae			*Viscum album*	
Crassulaceae				*Sedum album* u. noch 1 Art
Saxifrageae und *Escallonieen*		*Itea virginica*		*Heuchera americana*
				Hydrangea nivea
Ribesiaceae	*Ribes alpinum*			
	" *sanguineum*			
Ranunculaceen				*Paeonia arborea* u. 4 a. Art.
Menispermeen				*Menisperm. canad.*
Magnoliaceae			*Liriodendron tulipifera*	
			Magnolia ovata	

Berberideae		*Epimedium pinnatum*		*Berberis vulgaris* *Mahonia* 2 Arten
Papaveraceae			*Dielytra spectabilis*	*Glaucium luteum* und *Chelidonium majus*
Cruciferae		*Sisymbrium strictiss.* *Isatis tinctoria*		*Cheiranthus Cheiri* *Crambe marittima* u. a. 2 A.
Cistineen		*Helianthemum pilosum* „ *mutabile*		
Violarieen und *Bixaceae*	*Bixa Orellana*	*Viola lancifolia* „ *elatior*		
Datisceen				*Datisca cannabina*
Cacteen				*Cereus alatus*
Mesembryanthemeen				*Mesembryanthemum urens* 5 Arten
Caryophyllaceae				
Phytolaccaceae			*Rivina brasiliensis*	
Malvaceae		*Callirhoë digitata*		*Hibiscus syriacus*
Tiliaceae	*Tilia grandifolia*			
Hypericineen		*Hypericum calycinum*		
Ternströmiaceae	*Camellia japonica*			
Tamariscineen			*Myricaria germanica*	*Tamarix gallica*
Aurantiaceae				*Citrus Aurantium*
Acerineen		*Acer platanoides*		
Malpighiaceen		*Koelreuteria paniculata* *Coriaria myrtifolia*		
Hippocastaneen	*Aesculus Hippocastan.*			

Familie oder Classe	Sehr reich an Xylophilin	Xylophilin leicht nachweisbar, aber in geringerer Quantität vorhanden	Das Xylophilin kommt wahrscheinlich vor	Das Xylophilin fehlt
Polygaleen				*Polygala oppositifolia*
Celastrineen	*Evonymus japonica*	*Evonymus europaeus*		*Evonymus latifolius*
	„ *fimbriatus*			
Staphyleaceae				*Staphylea pinnata*
Ilicineen				*Ilex Aquifolium*
Ampelideen		*Vitis vinifera*		
		Ampelopsis hederacea		
Rhamneen				*Rhamnus carthartica*
Pittosporeen				*Pittosporum Tobira*
Euphorbiaceen		*Euphorbia splendens*		
		„ *amygdaloides*		
Juglandeen		*Juglans regia*		
Terebinthaceae		*Pistacia Lentiscus*	*Ailanthus glandulosa*	*Rhus Cotinus*
				„ *typhina*
Diosm. u. *Rutaceae*				*Ruta graveolens*
				Agathosma acuminata
Geraniaceae			*Geranium macrorhyz.*	*Erodium cicutarium*
				Pelargonium zonale
Lineen				*Linum usitatiss.*
Philadelpheen		*Philadelphus coronarius*		*Deutzia gracilis*
Oenothereen		*Fuchsia hybr.*		
		Epilobium angustifol.		

Lythrarieen		*Lythrum Salicaria*		
Myrtaceae und *Granateen*	*Leptosperm. scopar.*	*Eugenia australis*		*Punica Granatum*
	Callistemon sp.	*Myrtus communis*		
	Melaleuca styphelioid.			
	" spec.			
Melastomaceae		*Centradenia grandifolia*		
Pomaceae	*Cotoneaster microphylla*	*Pyrus Malus*		
	Pyrus japonica	*Crataegus pyracantha*		
	Sorbus Aria			
	Crataegus Oxyacantha			
Rosaceae		*Rubus Idaeus*	*Poterium Sanguisorba*	*Spiraea Ulmaria*
		Calycanthus laevigatus		*Rubus odoratus*
		Spiraea prunifolia		*Kerria japonica*
				Rosa canina
Amygdaleae	*Persica vulgaris*			
	Prunus avium			
	" *Mahaleb*			
	" *armeniaca*			
Papilionaceae		*Indigofera Dosua*		*Robinia Pseudoacacia*
		Coronilla montana		*Cytisus Laburnum*
		Dorycnium suffruticosum		*Caragana arborescens*
		Glycine chinensis		*Amorpha fruticosa* u. 6 a. A.
Caesalpinieen	*Ceratonia Siliqua*		*Sophora japonica*	*Gleditschia triacanthos*
				Gymnocladus canadens.
				Virgilia lutea

Um die Zahlen- und Percentverhältnisse, welche sich aus dieser Tabelle ergeben, klar hervortreten zu lassen, habe ich eine weitere übersichtliche Zusammenstellung gemacht, die ich in der folgenden Tabelle wiedergebe, wobei ich bemerke, dass in derselben auch jene 36 Arten (darunter 32 krautige) mit aufgenommen sind, welche ich in der obigen Tabelle nicht namentlich angeführt habe. Es sind dies sämmtlich Arten, welche kein Xylophilin führen, und sie wurden nicht namentlich angeführt, da sie sich nicht unterbringen liessen, ohne überflüssigerweise Raum wegzunehmen. Die in der folgenden Tabelle mit I—V bezeichneten Spalten entsprechen den fünf Spalten der obigen Tabelle; die eingeklammerten Zahlen stellen die Summe der drei darüber befindlichen Zahlen dar, d. h. die Summe der xylophilinführenden Pflanzen der betreffenden Gruppen.

	I		II	III	IV	V	Verhältniss der X.-führ. zu d. X.-losen Pflanzen	Dieses entspricht einem Percentsatze von
	a	*b*						
Gefässcryptogamen	3	1	3	5	0	4	8 : 4	67%
				(8)				
Gymnospermen	4	0	9	1	0	0	10 : 0	100%
				(10)				
Monocotyledonen . . .	9	5	0	7	1	13	8 : 13	38%
				(8)				
Dicotyledonen: *Apetale*	14	2	1	17	3	6	21 : 6	78%
				(21)				
Dicotyledonen: *Gamopetale* . .	22	11	4	8	12	48	24 : 48	34%
				(24)				
Dicotyledonen: *Dialypetale* . .	55	17	21	38	13	67	72 : 67	52%
				(72)				
Summe . .	107	36	38	76	29	138	143 : 138	51% [1]
				(143)				

[1] Vier einzelne Veränderungen in der grossen Tabelle, welche nach Vollendung der Arbeit angebracht wurden, und auf die Zahlenverhältnisse keinen merklichen Einfluss ausüben, wurden hier nicht mehr berücksichtigt.

Die Spalte I *a* enthält jene Zahlen, welche die Anzahl der untersuchten Familien oder Gruppen anzeigen; die Zahlen aus der Spalte I *b* bezeichnen die Anzahl jener Familien, welche, soweit meine Untersuchungen reichen, kein Xylophilin enthalten.

Im Ganzen wurden 281 Arten aus 107 natürlichen Gruppen aller Hauptabtheilungen der Gefässpflanzen untersucht; nur 36 Gruppen enthielten kein Xylophilin, d. i. 34°/₀, alle übrigen zeigten den Stoff in geringerer oder reichlicher Quantität; von jenen 36 Gruppen, wo kein Xylophilin vorgefunden wurde, wurden indess meist nur 1—2 Repräsentanten untersucht, was selbstverständlich nicht ausreicht, um zu entscheiden, ob in einer bestimmten Gruppe der Stoff überhaupt fehlt, da fast in jeder der anderen Familien xylophilinführende und freie Pflanzen neben einander vorkommen; es ist daher sicher, dass das Xylophilin, was die Anzahl der Familien betrifft, eine noch viel grössere Verbreitung besitzen muss.

Von den 281 untersuchten Arten enthielten, wenn man die zweifelhaften mitrechnet, 143 Xylophilin, d. h. 51°/₀; aus dieser enormen Verbreitung glaube ich den Schluss ziehen zu können, dass das Xylophilin wahrscheinlich eine noch viel grössere Verbreitung hat; denn, wenn in so vielen Arten, aus so vielen verschiedenen Familien derselbe Stoff die Bedingungen zu seiner Entstehung findet, so ist es bei der so gleichmässigen Organisation der höheren Pflanzen und bei der Gleichartigkeit so vieler Stoffe bei denselben zwar allerdings denkbar, aber nicht sehr wahrscheinlich, dass diese Bedingungen nicht auch bei den andern stattfinden könnten, wenigstens zeitweilig oder an bestimmten Theilen derselben. Ich habe bei meinen Untersuchungen immer nur Querschnitte von verholzten Theilen der betreffenden Pflanzen untersucht, wenn dieselben solche besassen; waren sie ganz krautig, so wurde das dickste und kräftigste Stengelstück dazu genommen; nur einzelne Arten habe ich bezüglich des Sitzes des Stoffes und seiner Verbreitung in den verschiedenen Theilen derselben genauer untersucht. Es ist daher meine Untersuchung in dieser Beziehung zu unvollständig, als dass die Angabe „Xylophilin fehlt" vollkommene Sicherheit für die ganze betreffende Pflanze gewähren könnte; sie ist nur insofern sicher, als es sich um mehr oder minder stark verholzte Stengeltheile handelt. Es

werden daher viele als xylophilinfrei bezeichnete Pflanzen den Stoff in der That führen; ich konnte mich aber selbstverständlich auf eine ganz genaue Untersuchung so vieler Pflanzen in allen ihren Theilen nicht einlassen.

Untersucht man die Vertheilung des Xylophilins auf die einzelnen Hauptabtheilungen der Gefässpflanzen, so zeigt sich zunächst, dass alle untersuchten Gymnospermen Xylophilin enthalten. Ich habe verschiedene Arten aus 5 Familien derselben untersucht, und fand überall sehr reichliche Mengen von Xylophilin; nur Gingko unter den Taxineen zeigte nur geringe Quantitäten davon. Bei allen übrigen Gruppen fand ich das Xylophilin immer nur bei einem Theile der untersuchten Arten, und zwar bei den Dialypetalen und apetalen Dicotyledonen, ferner den Gefässcryptogamen, im Durchschnitte bei etwa $^2/_3$ der untersuchten Pflanzen, nämlich bei 52, 78 respective $67^0/_0$; bei den Monocotyledonen und den gamopetalen Dicotyledonen hingegen nur bei etwa $^1/_3$ der untersuchten Pflanzen (38 respective $34^0/_0$); der geringe Xylophilingehalt ist namentlich bei den Gamopetalen auffällig, wo nur sehr wenige Familien entschieden xylophilinführend sind.

Viel wichtiger als die sich in Beziehung auf die natürlichen grossen Gruppen ergebenden Vertheilungseigenthümlichkeiten des Xylophilins, für welche der Natur der Sache nach keine weiteren Beziehungen und Gründe angeführt werden können, scheint mir der Umstand zu sein, dass das Xylophilin bei krautigen Pflanzen viel seltener ist und nie in so reichlichen Quantitäten vorkommt, wie bei den holzigen. Von den 281 Pflanzen waren 107 krautige, meist ausdauernde Gewächse, von welchen nur 37, etwa $34^0/_0$, Xylophilin, meist in sehr geringer Quantität enthielten, während von den 174 holzigen Gewächsen, 106, also etwa $61^0/_0$, und meist sehr viel von diesem Stoffe enthielten. Dazu kommt noch, dass die meisten der bezüglich des Xylophilinvorkommens als zweifelhaft bezeichneten Pflanzen (Spalte IV) krautige sind, so dass nur bei $22^0/_0$ dieser bestimmt Xylophilin nachgewiesen werden konnte. Nur zwei der krautigen Pflanzen enthielten so viel davon, dass sie in die Spalte: „sehr reich an Xylophilin" gestellt werden konnten (*Pilularia globulifera* und *Marsilea quadrifolia*). Ich bemerke hiebei, dass in allen

untersuchten Querschnitten krautiger Pflanzentheile auch stark verholzte Zellwände vorkommen, so dass jene Eigenthümlichkeit derselben nicht auf Rechnung des Mangels von Holzstoff gesetzt werden kann, der, wie sich zeigen wird, zur Reaction nothwendig ist.

Aus der ersten Tabelle ergibt sich auch, dass es eigentlich nur wenige Familien sind, in welchen das Xylophilin in grossen Quantitäten vorkommt, oder bei der Mehrzahl ihrer untersuchten Arten.

Ich habe bereits erwähnt, dass alle Coniferen Xylophilin enthalten; dasselbe ist der Fall bei den Hydropteriden, ferner bei den Aroideen, Cupuliferen, Moreen, Salicineen, Polygoneen, Ericaceen, Ribesiaceen, Violarieen, Acerineen, Hippocastaneen, Ampelideen, Euphorbiaceen, Oenothereen, Myrtaceen, Melastomaceen, Pomaceen und Amygdaleen. Dazu kommen noch einige Familien, von welchen ich nur eine Art untersucht habe, wo diese eine aber so reich an Xylophilin ist, dass es mir wahrscheinlich ist, dass auch wenigstens die verwandten Arten und Gattungen Xylophilin enthalten; hieher gehören die Palmen, Ulmaceen, Balsamifluen, Plataneen, Tiliaceen, Hypericineen, Ternstroëmiaceen und Juglandeen. Unter diesen speciell angeführten Familien fallen wieder am meisten die mit gesperrter Schrift gedruckten auf, und vor allen andern sind es die Amygdaleen, welche durch einen enormen Reichthum an diesem Stoffe ausgezeichnet sind. Wenn sich indess auch bei einer genauer, das heisst in vielen Repräsentanten untersuchten Familie, überall ein Xylophilingehalt zeigte, so darf daraus durchaus nicht mit völliger Sicherheit geschlossen werden, dass dieser Stoff bei der betreffenden Familie auch nur sehr verbreitet ist; in allen Fällen kann es sich hier nur um Wahrscheinlichkeit handeln, und nur in diesem Sinne sind die gemachten allgemeinen Angaben zu betrachten.

Ich habe in der That einige Fälle gefunden, wo sich ganz nahe verwandte Arten in Bezug auf den Xylophilingehalt gänzlich verschieden verhalten, so z. B. Evonymus; die beiden Arten *fimbriatus* und *japonicus* enthalten dessen sehr viel, während unsere einheimischen Arten diesen Stoff entweder nur in sehr geringen Quantitäten (*europaeus* im Korke) oder gar nicht

(latifolius) enthalten. Ebenso verhält sich Spiraea. Diese extremen Fälle können indess nur als Ausnahmen betrachtet werden, denn es ist gewiss kein Zufall, wenn z. B. alle *Salix-*, *Populus-*, *Prunus-*Arten etc. den Stoff gleich reichlich enthalten, und wenn derselbe in Gruppen von nahe verwandten Familien vorkommt; so besitzen z. B. die Melastomaceen, Myrtaceen, Lythrarieen, Amygdaleen und Pomaceen Xylophilin in grosser Menge.

2. Wie bereits eingangs erwähnt, gibt sich das Xylophilin mit Säuren durch eine violette Färbung von verholzten Zellwänden zu erkennen. Dieser Umstand hat alle Forscher, welche die Reaction zufällig zu sehen bekamen und darüber nachdachten, zu der Meinung veranlasst, dass es sich hier um einen in der Zellwand eingelagerten Stoff handelt. Dieses ist jedoch nicht der Fall: Das Xylophilin kommt sowohl in lebenden als todten Zellen, immer im Inhalte vor; die violette Färbung tritt immer nur an verholzten Zellwänden auf; Salzsäure allein genügt im Allgemeinen zur intensiven Violettfärbung des Stoffes nicht; ist eine verholzte Zellwand in der Nähe, so zieht diese den durch die Salzsäure unter dem Mikroskope nicht merklich gefärbten Stoff mit grosser Kraft an sich und speichert ihn mit intensiv- und rein-violetter Färbung in sich auf. Die Begründung dieser Sätze soll der Gegenstand des nun zunächst Folgenden sein.

Wenn man einen Querschnitt durch einen dünnen 1—4-jährigen Zweig von *Abies pectinata*, welcher die Rinde und einen Theil des Holzes umfasst, mit concentrirer Salzsäure befeuchtet, so nimmt zunächst sofort das ganze Holz, welches das einzige verholzte Gewebe des Schnittes darstellt, eine mehr minder schöne Gelbfärbung an. Aber schon nach 1—2^{m} tritt Violettfärbung ein, und zwar färben sich zuerst die jüngsten Holzzellen violett und schreitet die Färbung von aussen nach innen langsam fort; in Folge dessen ist nach $^{1}/_{2}$—1 Stunde eine mehr minder breite peripherische Zone des Holzquerschnittes violett gefärbt; in ihren äusseren Partien sehr intensiv, weiter nach innen allmälig blässer werdend und in das ungefärbte Holz übergehend. Die ganze Rinde, welche hier keinen Hartbast enthält, bleibt farblos, wofern nicht etwa Blattspuren vorhanden sind, welche dann die zuerst

sich färbenden Theile des Querschnittes darstellen; auch ist keine Spur einer violetten Flüssigkeit zu sehen. Diese violette Färbung des Holzes geht von einem sich mit Salzsäure färbenden Stoff aus, der in der Rinde enthalten ist, der aber für sich durch Salzsäure allein keine unter dem Mikroskope sichtbare Färbung erhält; denn trennt man den Schnitt in die beiden Theile, Rinde und Holz und behandelt jeden dieser Theile mit Salzsäure, so tritt keine Spur einer Violettfärbung ein, weder im Holze noch in der Rinde, wofern an jenem nicht geringe Theile der Rinde hängen blieben, oder in dieser sich nicht Blattspuren finden.

Benetzt man einen vollständigen Querschnitt durch einen dünnen, verholzten Zweig von *Taxodium distichum* oder *Juniperus*, *Thuja* etc. mit Salzsäure, so zeigt sich, abgesehen von der sofort eintretenden Gelbfärbung, bald nicht nur das ganze Mark, die Markkrone, das jüngste und älteste Holz violett gefärbt, sondern auch alle Bastfasern der Rinde; löst man die Rinde für sich ab, so zeigen ihre Bastfasern mit Salzsäure dieselbe violette Färbung wie früher; das isolirte Holz zeigt wohl in ihren ältesten, nicht aber den jüngsten Partien violette Färbung; ein kleines peripherisches Stück des Querschnittes des Holzkörpers färbt sich überhaupt nicht, während sich Mark- und Markkrone getrennt mit Salzsäure violett färben. Da das Mark verholzt ist, wie man sich durch Anilinsalze überzeugen kann, so zeigt sich auch hier, dass nur verholzte Membranen die violette Färbung aufweisen, und dass der ganze äussere Theil des Holz-Querschnittes von der Rinde aus gefärbt wird, während das Protoxylem und das ältere Holz vom Marke aus gefärbt wurden, das in diesem Falle den Stoff ebenfalls enthält.

Selbst bei dickem Schnitte ist von einer durch die Salzsäure erzeugten, violett gefärbten Flüssigkeit nichts zu sehen. Eine durch Präparation isolirte Bastfaser aus *Juniperus* zeigte mit Salzsäure keine Spur einer violetten Färbung. Hingen an ihr aber nur wenige Rindenparenchymzellen, so färbte sie sich sofort schön rothviolett. Bastfasern färben sich daher selbstverständlich in einem herausgeschnittenen Stücke aus der lebenden Mitte der Rinde mit Salzsäure sehr intensiv violett. Es kommt daher hier das Xylophilin in den lebenden Rindenzellen vor; da sich aber das todte Mark mit Salzsäure violett färbte, so kann der fragliche

Stoff auch in todten Zellen vorkommen. In der Rinde der Coniferen findet sich daher das Xylophilin in lebenden Parenchymzellen, im Marke in todten, verholzten. Ganz ähnlich, wie die genannten Coniferen, mit geringen Modificationen, verhalten sich fast alle in der Namen-Tabelle als „sehr reich an Xylophilin" bezeichneten Pflanzen.

Von einem Querschnitte durch das obere Ende eines heurigen, jungen Triebes von *Prunus avium*, an einer Stelle, wo nur die Gefässe des Protoxylems verholzt sind, färben sich nur diese, und zwar sehr intensiv violett. Der Querschnitt durch einen dünnen mehrjährigen Zweig desselben Baumes zeigte nach kurzer Zeit alle verholzten Wände violett gefärbt; zuerst färben sich sehr intensiv die ältesten Gefässe und der Bast, dann die Markstrahlen, das jüngste und älteste Holz, die Markkrone und die meisten der übrigen Gefässe, sowie das diese umgebende Holzparenchym, und endlich zuletzt die noch nicht von aussen oder innen her gefärbten Holzzellen schwach, sowie ein Theil des Markes.[1] Isolirt man hier Mark, Markkrone, ältestes, mittleres und jüngstes Holz und Rinde, und behandelt jeden dieser Theile für sich mit Salzsäure, so tritt in jedem derselben, doch nicht gleichzeitig und mit gleicher Intensität violette Färbung auf; es ist daher hier auch im Holze Xylophilin vorhanden. Es findet sich in den Inhalten der zahlreichen Holzparenchym- und Markstrahlzellen, denn betrachtet man einen mit Salzsäure befeuchteten Querschnitt während des Vorganges seiner Violettfärbung genau, so sieht man, dass die Färbung des Holzes von den Markstrahlen und Parenchymzellen ausgeht, den einzigen Zellen, welche erkennbaren Inhalt führen; es erscheint daher das Holz nicht gleichmässig gefärbt, sondern gefleckt; am intensivsten gefärbt sind die Parenchymzellen, sowohl die die Gefässe umgebenden, als auch die der Markstrahlen. Da von ihnen die Färbung ausgeht, so kommen ihre verholzten Wandungen mit dem Salzsäure-Producte des Xylophilins zuerst in Berührung. Da, wie es schon aus dem bisher Gesagten erhellt, ich aber noch des Weiteren beweisen werde, der Grad der Violettfärbung einer Wandung von dem der Verholzung abhängt, und

[1] In der Art des Auftretens der Färbung kommen indess auch Abweichungen vor.

die Gefässe fast immer bezüglich der Verholzungsstärke Centra bilden, auch die Markstrahlen oft sehr stark verholzt sind, so könnte man die Stärke der Verholzung als Ursache der stärkeren Färbung genannter Elemente hinstellen. Dies ist jedoch nicht so; denn an dünnen Schnitten, wo aus zahlreichen Holzparenchym- und Markstrahlenzellen die Inhalte herausgefallen sind, während sie sich in andern noch finden, sieht man, dass nur von diesen die violette Färbung ausgeht, während sich die leeren wie Holzfasern verhalten. Dies ist ein Beweis dafür, dass die Inhalte es sind, welche das Xylophilin führen.

Ganz ähnlich wie der Kirschbaum verhalten sich noch manche andere Amygdaleen, Pomaceen, Coniferen, Hypericineen etc.; sicher beobachtet habe ich das Xylophilin-Vorkommen im Holze bei *Cotoneaster microphylla*, verschiedenen *Pyrus*- und *Prunus*-Arten, *Cydonia japonica*, *Hypericum calycinum*, und *Cedrus Libani* (Markstrahlen); es ist sicher, dass diess noch sonst vielfach vorkommt; ich habe diesen speciellen Punkt wenig beachtet.

3. Nachdem ich bis jetzt an drei auffälligen Beispielen gezeigt habe, dass wir es im Xylophilin mit einem Inhaltsstoffe zu thun haben, der erst nach der Salzsäure-Behandlung in die Wandung übertritt und in der Salzsäure-Lösung unter dem Mikroskope farblos erscheint, will ich nun im Folgenden zeigen, dass sich das Xylophilin schon an und für sich — ohne Gegenwart von Holzstoff — violett färbt. Dies ergibt sich aus jenen Fällen, wo es mir möglich war, den künstlich getrockneten und zusammengeballten Inhalten von Zellen, welche sich im feuchten Zustande als Centra der Violettfärbung erwiesen, durch Salzsäure diese Färbung zu ertheilen, die unter andern Umständen nur die Wandungen annehmen.

Macht man durch einen dünnen frischen Zweig von *Cedrus Libani* einen Querschnitt und behandelt ihn mit Salzsäure, so färben sich der Bast, ein grosser Theil des Holzes und ein Theil des Markes schön violett; man bemerkt, dass die Färbung im Holze nicht nur von aussen nach innen erfolgt, sondern auch von den Markstrahlen ausgeht, welche reichlichen Inhalt führen. Nimmt man aber einen durch einige Monate aufbewahrten ganz trockenen, dünnen Zweig und untersucht einen Querschnitt davon

mit Salzsäure, so sieht man, dass die Färbung der verholzten Theile sehr schwach ist, und langsam von Statten geht. Nach 10—15^{m} beginnen sich erst die Wände des Hartbastes schwach zu färben, dann die Markstrahlen und endlich sehr schwach das äussere Holz; hingegen sind aber die Inhalte der Markstrahlen- und zahlreicher in Querreihen stehender Parenchymzellen der inneren Rinde, welche ganz zusammengeschrumpft sind, schön und intensiv violett gefärbt, mit derselben Nuance wie die Wände; man erkennt nun leicht, wie die schwache Färbung der Wände von den Inhalten ausgeht. Markstrahlenzellen, welche reichlich damit versehen sind, zeigen auch intensiv gefärbte Wandungen und bilden überhaupt das Centrum eines grösseren violetten Fleckes; andere, deren Inhalte herausgefallen sind, zeigen sich gar nicht gefärbt; wieder andere zeigen nur ein kleines Bruchstück ihres Inhaltes an einem Punkte der Wand hängend, von welchem in der That auch die violette Färbung ausgeht, während der übrige Theil der Zellen farblos bleibt u. s. w. Ebenso deutlich zeigt sich die Abhängigkeit der violetten Färbung des äussersten Holzes und der Sclerenchymzellen der Rinde von der Entfernung der mit violettem Inhalte versehenen lebenden Parenchymzellen. Lässt man einen solchen Schnitt einige Stunden in Alkohol liegen, oder kocht man ihn darin, so bleiben die Inhalte in ihrer Form erhalten, färben sich aber ebensowenig wie die Wände violett, da das Xylophilin in Alkohol löslich ist. In jenen trockenen Inhalten muss das Xylophilin in ziemlich concentrirtem Zustande vorhanden sein, weil sie sich mit Salzsäure färben. Nun wird es aber auch klar, wie die Färbung der Wände zu Stande kommt. Der frische Schnitt gibt mit Salzsäure behandelt, sein Xylophilin aus den Inhalten an diese ab, welche sich in dieser Verdünnung gar nicht färbt (unter dem Mikroskope). Die so entstehende Xylophilin-Salzsäure-Lösung zeigt aber im Schnitte selbst nicht überall die gleiche Concentration; über den Xylophilin führenden Zellen ist sie am concentrirtesten, und von da nimmt die Concentration mit der Entfernung ab. Auch ist es sicher, dass die Herauslösung des Xylophilins durch die Salzsäure nur ganz allmälig geschieht. Die holzstoffhaltigen Wände der im Schnitte liegenden Zellen nehmen nun den violetten Stoff allmälig, nach Massgabe der Concentration der Lösung, in welcher sie sich

befinden und der Stärke der Zufuhr des Xylophilins, in sich auf, und werden daher in derselben Zeit um so intensiver gefärbt, je näher sie sich den xylophilinführenden Zellen befinden; abgesehen davon, dass die stärker verholzten sich unter sonst gleichen Umständen auch stärker färben. Ganz dasselbe, was ich hier bei *Cedrus* gesagt habe, kann man begreiflicher Weise überall sehen, wo Xylophilin in grösseren Quantitäten vorhanden ist; ich sah es namentlich bei einigen Coniferen (*Pinus*-Arten).

4. Das Xylophilin tritt aber auch beim Absterben der Zellen nie in die intacte Wand der Zelle selbst ein, selbst bei solchen Pflanzen nicht, welche es in grösserer Quantität enthalten. Dieses habe ich bei abgestorbenen Zellen der Markkrone von *Juniperus communis* studirt.

Ein dünner Durchschnitt durch das Mark eines zweijährigen Zweiges zeigt in zahlreichen Zellen der Markkrone braune, rundliche, abgestorbene Massen; aus andern sind sie herausgefallen. Ist der Schnitt genügend dünn, so werden auch diese Massen durchschnitten, genügend hell und durchsichtig, um eine Violettfärbung erkennen zu lassen. Behandelt man einen so beschaffenen Schnitt mit Salzsäure, so sieht man, wie sich zunächst diese Inhalte violett färben und dann erst die entsprechenden Wandungen, während die leeren Zellen keine Färbung aufweisen und daher auch keine Färbungscentra bilden, wie jene. Verfolgt man den ganzen Färbungsprocess etwas näher, so sieht man, wie sich zunächst der braune Inhalt färbt und diese Färbung immer dunkler wird; bevor indess noch das Maximum der Intensität eingetreten ist, beginnt sich schon die Zellenwand zu färben; nun wird der Inhalt wieder blässer, während die Zellenwand immer dunkler wird, bis schliesslich jener seine Färbung fast gänzlich verloren hat; es ist (folgt aus dieser Beobachtung) der violette Stoff in Salzsäure löslich und wird nach und nach aus dem Inhalte herausgezogen, in dem Maasse als dies geschieht aber auch von der zunächst liegenden Zellenwand aufgespeichert. Durch mehrstündiges Liegen in Alkohol verlieren Inhalt und Wandung die Fähigkeit, sich mit Salzsäure violett zu färben.

Aus allem Diesem, sowie aus dem bei *Cedrus* Gesagten geht hervor, dass sich das Xylophilin immer nur im Inhalte, selbst in todten Zellen nur

in diesem findet, nie in der Wand,[1] welche, um die Färbung überhaupt zeigen zu können, verholzt sein muss, und dass ferner zur Violettfärbung überhaupt Holzstoff nicht nothwendig ist; dieser wirkt als Aufspeicher des violetten Körpers, was, wie so manches Andere durch die gemachten Auseinandersetzungen genügend bewiesen, weiter unten noch makroskopisch gezeigt werden wird.

5. Die nicht verholzten Parenchymzellen der Rinde aller xylophilinreichen Pflanzen führen diesen Stoff, ohne sich auch nur spurenweise violett zu färben. Dass es aber gerade in der Rinde die lebenden Zellen sind, deren Inhalt das Xylophilin enthalten, kann man leicht dadurch zeigen, dass man auf den zu prüfenden Querschnitt ohne verholzte Elemente einen dünnen Querschnitt durch das stark verholzte Mark von *Sambucus nigra* oder *Ferdinanda eminens* legt, welche für sich nicht die Eigenschaft haben, mit Salzsäure violett gefärbt zu werden, und nun mit dieser reagiren. Mit Rindenparenchym vieler dicotylen und gymnospermen Holzpflanzen in dieser Art ausgeführte Versuche, lehrten mich jenes in der That. Man kann sich auf diese Weise auch leicht über die Vertheilung des Xylophilins im Querschnitte genaue Auskunft schaffen, indem sich selbstverständlich die directe über den xylophilinführenden Inhalten befindlichen verholzten Wände der Mark-Querschnitte zuerst und am intensivsten färben werden. Auf diese Weise habe ich mich davon überzeugt, dass ganz allgemein inhaltsleere Zellen des Markes, Korkes, Holzes etc. nie Xylophilin besitzen (was indess nach den obigen Beweisen kaum einer besonderen Anführung bedarf) und habe ferner eine grosse Reihe von Pflanzen auf Querschnitten bezüglich der Vertheilung des Xylophilins geprüft. Auch kann man sich mit dieser Methode leicht von dem Herausdiffundiren des durch die Salzsäure aus dem Xylophilin gebildeten violetten Körpers überzeugen; man bemerkt nämlich, dass sich zunächst der directe unter dem Schnitte z. B. von *Prunus avium* befindliche Theil des Hollunder-Mark-Schnittes färbt, dann sich aber die

[1] Was ein sehr wesentlicher Unterschied von verschiedenen Chromogenen ist, z. B. von Haematoxylin, Ruberythrinsäure etc., welche beim Absterben der Zelle in die Wandung übertreten.

Färbung allmälig auf eine den Schnitt umgebende ringförmige Zone erstreckt, welche immer breiter wird.

Mit Hilfe derselben Methode fand ich, dass das Xylophilin in fast allen Geweben vorkommen kann. Ob es sich je in der Epidermis findet, weiss ich nicht. Hingegen ist das Vorkommen im Phelloid und Korke sicher. Ich habe schon oben bemerkt, dass ich es nie in ganz leeren Zellen gefunden habe, also deren Wandung, daher nie in Holzfasern, Tracheiden, Gefässen, leeren Kork- und Markzellen etc., hingegen in abgestorbenen Zellen aller Art, wenn sie nur Inhalte führten. Aber nicht bei jeder Pflanze kommt das Xylophilin überall vor; manchmal fehlt es nur im Marke, meistens in diesem und im Holze.

6. Um einen Begriff davon zu geben, in welcher Weise das Xylophilin bei einzelnen Pflanzen auf dem Querschnitte der verschiedenen Organe derselben vertheilt ist, will ich einige Angaben für im Systeme weit aus einander stehende Pflanzen machen.

Im Blattstiele von *Polybotrya Meyeriana* und anderer Farnkräuter findet sich das Xylophilin sowohl innerhalb, wie ausserhalb der Gefässbündel. Innerhalb wie es scheint in allen inhaltführenden Zellen, ausserhalb vornehmlich im Hypoderma. Für *Prunus avium* habe ich bereits einige Angaben gemacht, aus welchen hervorgeht, dass sich daselbst das Xylophilin im ganzen Querschnitte findet, namentlich auch im Holze; selbst unmittelbar unter dem Vegetationspunkte an Stellen, wo vom ganzen Querschnitte nur die Gefässe verholzt sind, fand ich es. Ich fand es ferner in allen, selbst den feinsten Blattnerven, und namentlich auch im Blattstiele; ferner in den Fruchtstielen, und massenhaft in der Samenschale, während es im Keim und Steinkern fehlt. Legt man Kirschensamen in Salzsäure, so färben sie sich sofort sehr schön violett. Untersucht man einen einjährigen Zweig genauer auf die Vertheilung des Xylophilins in den einzelnen Geweben, so findet man sehr wenig Xylophilin in der primären Rinde ausserhalb des Bastes, grössere Mengen innerhalb desselben, im Weichbaste, ferner viel im Cambium, in den Markstrahlen, im Holzparenchym und in der Markkrone. Sehr wenig im Marke, sehr viel im Protoxylem.

Bei *Aesculus Hippocastanum*[1] kommt das Xylophilin in den meisten Markzellen, besonders der Markkrone, vor. Dann im Protoxylem, in der primären und secundären Rinde. Es fehlt also im Holze. Ebenso verhalten sich *Betula alba*, *Tilia*, *Itea virginica*, *Kalmia latifolia* und die übrigen Vaccinieen, ferner die Myrtaceen und andere.

In vielen Fällen fehlt das Xylophilin nicht nur im Holze, sondern auch im Marke; so bei *Gingko biloba*, *Rubus Idaeus*. *Ulmus effusa*, *Viburnum Tinus* und zahlreichen anderen.

Bei den Monocotylen habe ich auf die Vertheilungsverhältnisse des Xylophilins wenig geachtet. Bemerkenswerth ist, dass dasselbe bei *Chamedorea Schiedeana* hauptsächlich (oder nur?) in grossen, zerstreut im Querschnitte liegenden Zellen, mit abgestorbenem, einen grossen Klumpen bildenden, braunem Inhalt enthalten ist.

7. Unter allen Pflanzen, die ich geprüft habe, kommt das Xylophilin bei *Prunus avium* und den nächstverwandten Arten in grösster Quantität vor, aber alle untersuchten Amygdaleen, Pomaceen, Melastomaceen und Myrtaceen sind sehr reich an demselben. Trägt man auf ein Stück frischen Kirschenholzes Salzsäure auf, so färbt sich dasselbe sofort schön violett. Namentlich in ein- bis vierjährigen Zweigen ist der Stoff in so grosser Menge enthalten, dass man dünne Querschnitte davon als Reagens auf Holzstoff benützen kann.

Legt man auf einen Querschnitt durch einen fingerdicken, frischen Kirschenzweig einen andern Querschnitt durch ein auf den Grad und den Ort der Verholzung zu prüfendes Gewebestück, setzt concentrirte Salzsäure hinzu, presst beide Schnitte mit dem Deckglase fest aneinander, so findet man den abgehobenen Schnitt (nach $^1/_4$ — $^1/_2$ Stunde) in allen seinen verholzten Theilen sehr schön violett gefärbt. Bei frischem Kirschenholz tritt die Reaction früher ein, bei ganz trockenem oft nur unvollständig und immer viel später. Diese Methode ist nicht sehr bequem,

---

[1] Bei dieser Pflanze habe ich auch den Blattstiel darauf untersucht, und Xylophilin darin gefunden. Dieses findet sich hier in grosser Menge ausserhalb des Bastes. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch die übrigen xylophilinreichen Pflanzen den Stoff wie *Prunus* und *Aesculus* in den Blättern und anderen Organen enthalten.

wenngleich sie vollkommen brauchbare Resultate und sehr schöne und haltbare Präparate liefert.

8. Ich habe daher mehrfache Versuche gemacht, das Xylophilin, wenn auch nur als genügend concentrirtes Extract, darzustellen. Diese Versuche sind indess erst dann gelungen, als ich im Kirschenholze das geeignete Material gefunden hatte, nachdem ich mich vorher vergeblich umgethan hatte, ein genügend concentrirtes Extract aus *Aesculus*- und *Salix*-Zweigen darzustellen. Die Ursache davon liegt in der erst später gefundenen Thatsache, dass man immer nur einen geringen Bruchtheil des Xylophilins ausziehen kann, da der Holzstoff den aus den Inhalten herausgelösten Stoff mit grosser Kraft an sich zieht, und selbst dem besten Lösungsmittel gegenüber festhält. Nur wo Xylophilin im Überschuss vorkommt, ist es möglich dasselbe herauszuziehen, im andern Falle wird alles Gelöste sofort von den verholzten Membranen aufgenommen.

Als zweckmässigste Methode der Darstellung erkannte ich folgende. Nicht zu dünne Kirschenzweige werden entschält, in Bündel fest zusammengebunden und mit Hilfe eines Hobels in feine Spähne verwandelt. Diese werden mit Weingeist übergossen, durch 24 Stunden stehen gelassen, um das Chlorophyll wenigstens zum grössten Theile herauszuziehen, welches ausserordentlich störend ist. Da die ganz dünnen Zweige sehr reich daran sind, so eignen sie sich zur Xylophilin-Darstellung nicht. Die ausgepressten Spähne werden nochmals mit Weingeist übergossen und nun einige Tage unter öfterem Durchmischen stehen gelassen, dann das Extract filtrirt und das Lösungsmittel fast gänzlich verjagt, soweit nämlich, bis ein Stück holzstoffreiches Fliesspapier damit und mit Salzsäure befeuchtet sich rasch und intensiv violett färbt. Man erhält auf diese Weise eine braune, kampferähnlich riechende Flüssigkeit, welche alle die Eigenschaften zeigt, die oben für das Xylophilin festgestellt wurden und an diese anschliessend noch einige andere zum Theile höchst merkwürdige. Im Folgenden sollen nun alle ermittelten Eigenschaften dieses Körpers theils in Beispielen, theils im Allgemeinen auseinandergesetzt werden.

9. Setzt man zu einem naturfeuchten Querschnitt durch den Schaft von *Anthericum Liliago* (oder selbstverständlich irgend

einem andern brauchbaren Theil einer beliebigen Pflanze) eine geringe Quantität des Xylophilin-Extractes, lässt den grössten Theil davon abdunsten und fügt nun einen Tropfen concentrirter Salzsäure hinzu, so färbt sich alles, was verholzt ist und nur dieses schön und intensiv violett und zwar verschieden stark, ganz nach Massgabe der durch schwefelsaures Anilin und Salzsäure geprüften Stärke der Verholzung. Die Epidermis und die darunter liegenden weichen Parenchymzellen bleiben vollkommen farblos, ebenso das junge Mark und der Weichbast. Die Gefässe und die Mittellamellen der verholzten Gewebe werden dunkelviolett, die schwächer verholzten Verdickungsschichten der Holzzellen und der Elemente der Sclerenchymscheide hellviolett u. s. w. Wäscht man die Salzsäure mit Wasser weg, so wird die Färbung etwas lichter. Setzt man auch nur eine Spur von Kalilauge oder Ammoniak hinzu, so geht sie plötzlich in eine ochergelbe über, deren Stärke sich ebenfalls nach dem Grade der Verholzung richtet, und welche man durch hinzugesetzte Salzsäure wieder in die violette zurückverwandeln kann, und zwar von derselben Intensität und Reinheit der Färbung; dieses Spiel kann man an demselben Objecte beliebig oft wiederholen, zehn- und mehrmals an demselben Objecte abwechselnd die gelbe und violette Färbung hervorrufen, ohne dass die Stärke derselben merklich abnimmt.

Ebenso wie Salzsäure ruft auch verdünnte Schwefelsäure die violette Färbung wieder hervor und kann man das Spiel auch mit dieser Säure oft wiederholen. Salpetersäure restituirt auch die violette Färbung, zerstört sie indess alsbald gänzlich, der Schnitt wird bald gelb und kann nach dem Auswaschen der Salpetersäure nicht wieder violett gemacht werden.

Ich bemerke indess, dass die durch Salpeter- und Schwefelsäure hervorgebrachten Färbungen nicht genau mit der durch Salzsäure erzeugten übereinstimmen; sie sind lichter und mehr röthlich. Noch mehr verschieden von der Salzsäure-Färbung sind die durch Wein- und Essigsäure restituirten röthlich-violetten Färbungen. Zur Umwandlung der violetten Färbung ist indess Kalilauge gar nicht nöthig, sondern genügt schon reines Wasser. Lässt man nämlich einen violetten Schnitt einige Zeit im Wasser liegen, so wird er zunächst etwas röther und verfärbt sich

allmälig gänzlich bis zu einem schmutziggelb, welches durch Salzsäure wieder violett wird.

Ähnlich wie Kalilauge und Ammoniak wirken basisch reagirende Salze, wie kohlensaures Natron, Seignettensalz etc. Neutrale Salze wie Jodkalium, salpetersaures Kali, chlorsaures Kali wirken ähnlich wie Wasser erst nach einiger Zeit entfärbend ein, oder alsbald wenn man den Schnitt in einer grösseren Flüssigkeitsmenge herumführt. In manchen sauer reagirenden Salzen, wie z. B. Chlorcalcium, Salmiak, Chlorzink bleibt hingegen die Färbung wie in der freien Säure erhalten.

Die meisten, in dieser Beziehung geprüften Salze wirken indessen nicht so wie ihre Reaction voraussetzen lässt, sondern specifisch, und zwar gewöhnlich zerstörend auf die violette Färbung ein. So bewirken die sauer reagirenden Salze saures phosphorsaures Kali, saures weinsaures Natron u. s. w. mehr weniger rasch gänzliche Verfärbung. Ähnlich verhalten sich die sauren Salze: Eisensulfat, Kaliumsulfat, Kaliumbichromat. Essigsaures Kupfer, saures weinsaures Ammoniak, einfach weinsaures Kali, ebenfalls sauer reagirende Salze verstärken im ersten Momente die Färbung, um bald darauf ein Verblassen bis röthlichgelb zu bewirken.

Was freie Säuren betrifft, so wirkt gewöhnliche Phosphorsäure ähnlich wie Salpetersäure. Weinsäure und Essigsäure rufen in dem entfärbten Schnitte die violette Färbung aber in einer viel schwächeren und röthlichen Nuance hervor. Borsäure hingegen ist dieses nicht im Stande.

Wasser, Alkohol und Äther lösen das Xylophilin sowohl bei gewöhnlicher Temperatur, als auch bei den entsprechenden Siedepunkten. Aus dünnen Schnitten genügt in der Kälte schon eine 2 — 4stündige Einwirkung dieser Lösungsmittel, um das Xylophilin fast vollkommen daraus zu entfernen, da es im natürlichen Zustande nicht in der Membran, sondern im Inhalte sitzt, aus welchem es sehr leicht herausgelöst wird. Auch nur kurze Zeit andauerndes Kochen in viel Wasser oder Alkohol thut dies schon.

10. Aus den oben mitgetheilten mikroskopischen Versuchen ist der Schluss gezogen worden, dass sich das Xylophilin mit Salzsäure allein nur schwach violett färbt, dass aber verholzte Wandungen bei Gegenwart von überflüssiger Salzsäure diesen

Körper in grossen Quantitäten aufspeichern, wodurch dessen schöne violette Färbung hervortritt. Dieser Schluss lässt sich mit Hilfe des Xylophilinextractes makrochemisch aufs Schönste bestätigen und erweitern. Das braune Extract färbt sich mit concentrirter Salzsäure schmutzig-violett; die Färbung würde voraussichtlich mit reinem Xylophilin rein violett sein. Dampft man in der That diese schmutzig-violette Flüssigkeit auf dem Wasserbade bis zum Trocknen ein, so erhält man eine braune schmierige Masse, welche violett gefleckt ist, und zwar haben diese Flecken dieselbe Nuance, wie die so gefärbten verholzten Zellwände; was wieder die Überflüssigkeit des Holzstoffes zur Violettfärbung überhaupt zeigt.

Dasselbe zeigt auf interessante Weise folgender Versuch. Befeuchtet man einen Baumwollpfropfen mit einem Tropfen des Extractes und dann mit ebenso viel concentrirter Salzsäure, so tritt die obige braunviolette Färbung ein. Drückt man ihn auf weisser Leinwand aus, welche keine Spur von Holzstoff enthält, so zeigt diese kaum Spuren von Violettfärbung. Benetzt man damit ein Stück Fliesspapier, welches nur Spuren von Holzstoff enthält, so nimmt dieses eine kaum merkliche, aber immerhin erkennbare Violettfärbung an. Ein vollkommen weisses Fliesspapier, welches aber reich an Holzstoff ist, färbt sich hingegen sehr schön und intensiv violett. Besagte Leinwand zeigte mit salzsaurem Anilin keine Andeutung von Gelbfärbung; das holzstoffarme Filtrirpapier zunächst ebenfalls nicht, aber nach mehrmaligem Anfeuchten mit genanntem Reagens und Trocknen eine blasse, gelbe Farbe, während das holzstoffreiche Papier nach dem Befeuchten und Trocknen sehr intensiv goldgelb gefärbt war.

Die violette Färbung, welche das holzstoffreiche Papier zeigt, ist so intensiv, dass es gar keinem Zweifel unterworfen sein kann, dass die Einlagerung des violetten Körpers in holzstoffhaltige Membranen bei Gegenwart von Salzsäure mit einer Verstärkung der Färbung verbunden sein muss. Denn nur so ist es erklärlich, dass die Intensität der Färbung mit der Quantität von im Papiere vorhandenen verholzten Membranen zu und abnimmt. Dass das Xylophilin mit Salzsäure an und für sich einen violetten Körper erzeugt, habe ich schon mehrfach gezeigt. Aus der unmerklichen Färbung des Leinwandstreifens geht aber

hervor, dass diese Färbung nur sehr schwach ist. Die Ursache der so intensiven Färbung des holzstoffreichen Papieres kann daher nur der Holzstoff sein. Untersucht man dieses so violett gefärbte Papier unter dem Mikroskope, so zeigen sich nur alle jene Fasern desselben gefärbt, welche sich mit salzsaurem Anilin gelb färben; die darin vorkommenden Baumwoll- und Leinenfasern etc. sind vollkommen farblos.

11. Die durch Versetzen von Xylophilin-Extract mit Salzsäure erzeugte schmutzig-violette Flüssigkeit verliert schon nach $^1/_4$—$^3/_4$ Stunde die Fähigkeit, holzstoffhältige Wände violett zu färben; hingegen bleibt die violette Färbung der Zellwände in überschüssiger Salzsäure, tage-, ja wochenlange erhalten. Diese auffällige Thatsache, welche für die Auffassung spricht, dass in der violetten Wand nicht mehr derselbe Körper vorhanden ist, welchen Xylophilin mit Salzsäure gibt, ohne Gegenwart von Holzstoff, habe ich nicht näher verfolgt. Doch wird es aus ihr, sowie aus der so auffälligen Verstärkung der Färbung durch die verholzte Membran wahrscheinlich, dass wir es in dem violetten Körper der Membran mit einer Verbindung des Salzsäure - Productes des Xylophilins mit dem Holzstoff zu thun haben; diese Verbindung müsste allerdings eine ausserordentlich schwache sein, denn sie wird, wie ich oben gezeigt habe, schon durch Wasser und neutrale Salzlösungen zersetzt. Sie steht jedenfalls an der Grenze von echter chemischer und molekularer Verbindung, wie ich des Weiteren zeigen werde.

12. Ich habe schon oben bemerkt, dass man durch blosses Auswaschen mit Wasser die violette Färbung verschwinden lassen, und in eine eigenthümliche ochergelbe, mit röthlichem Stich, verwandeln kann; durch dieses Auswaschen wird jedoch nur die Salzsäure aus dem Schnitte entfernt, nicht das Xylophilin, da, wie ebenfalls erwähnt, die violette Färbung durch Salzsäure wieder in derselben Intensität restituirt werden kann. Ebenso wird durch zugesetzte Kalilauge nur die Salzsäure neutralisirt, und nicht das Xylophilin zerstört, da auch hier die Restitution gelingt. Aus diesen Thatsachen ergibt sich, dass das Xylophilin mit einer gewissen Kraft festgehalten wird und zur Violettfärbung der Membran, überflüssige, freie Säure nothwendig vorhanden sein muss. Es ist, wenn man vom Coniferin absieht, worüber der

folgende Aufsatz nachzusehen ist, überhaupt kein Körper bekannt, welcher mit solcher Kraft von holzstoffhaltigen Membranen festgehalten wird, wie das Xylophilin. Dieses geht aus folgenden Thatsachen hervor.

Mit Xylophilin infiltrirte Schnitte, welche schon mehrfach mit Wasser, Kalilauge und Salzsäure behandelt waren, wurden durch 5 Minuten in ganz reinem warmem Wasser oder Alkohol stehen gelassen und dann durch weitere 5 Minuten gekocht; nichtsdestoweniger zeigten sie nachträglich mit Salzsäure eine violette Färbung, von ganz derselben Intensität wie früher; selbst ein 15 Minuten lang anhaltendes Kochen genügte nicht, alles Xylophilin aus den Schnitten zu entfernen, da Salzsäure noch ganz intensive Färbungen hervorrief. Dass holzstoffhaltige Membranen Farbstoffe, Jod etc. mit grosser Avidität an sich ziehen, ist allbekannt. Man weiss, dass der Holzstoff diese Eigenschaften in bei Weitem höheren Grade besitzt als der Zellstoff. Hingegen ist mir kein Farbstoff oder Chromogen bekannt, mit der Eigenschaft, von holzstoffhaltigen Membranen, aufgenommen einem 20—30 Minuten langen Kochen in einem vorzüglichen Lösungsmittel widerstehen zu können, wie dies weitere Versuche für das Xylophilin zeigten. Erst ein $^{3}/_{4}$ Stunde langes Kochen in überschüssiger Wassermenge vermochte die Herauslösung zu bewirken.

Diese höchst merkwürdige gegenseitige Beziehung, welche fast einzig dasteht, war die Veranlassung zur Benennung des Körpers: Xylophilin.

Ich habe mehrfache Versuche dieser Art mit verschiedenen Farbstoffen und Chromogenen, wie Anilin Fuchsin, Eosin, Hämatoxylin etc. gemacht, in keinem Falle aber zeigte sich weder eine so bedeutende Anziehungskraft aus verdünnten Lösungen, noch auch nur entfernt die Fähigkeit Lösungsmitteln so lange zu widerstehen; immer genügte ein nur wenige Minuten dauerndes Kochen in Lösungsmitteln, um den Farbstoff fast ganz oder gänzlich zu entziehen. Die Constatirung dieser Eigenschaft des Xylophilins war mir um so wichtiger, als damit zugleich die Möglichkeit sicher gestellt ist, dass auch andere Körper ähnliche Eigenschaft in gleichem oder noch höherem Grade besitzen. Dieses letztere ist höchst wahrscheinlich in der That beim Coniferin der Fall. (Siehe die folgende Abhandlung.)

13. Diese ausserordentliche Kraft, mit welcher das Xylophilin vom Holzstoffe festgehalten wird, macht es wahrscheinlich, dass hier eine chemische Verbindung im Spiele ist; dass dieses jedoch thatsächlich nicht der Fall ist, scheint mir aus folgendem Versuche hervorzugehen.

Wenn man zu einem in concentrirter Salzsäure liegenden violetten Schnitte schwefelsaures Anilin hinzusetzt, so nehmen die verholzten Membranen eine Mischfärbung zwischen Gelb und Violett an. Würde der Holzstoff durch das überschüssig zugesetzte Xylophilin chemisch gebunden sein, so könnte es mit dem Anilinsalze die gelbe Reaction nicht zeigen. Andererseits bleibt aber die violette Färbung zugleich erhalten; beide Reactionen existiren nebeneinander, was nur so erklärt werden kann, dass beide Folge von Einlagerung mit bestimmter Färbung sind; würde eine von den beiden Färbungen Folge chemischer Verbindung sein, so könnte die andere gar nicht auftreten. In der That kann man die Anilinfärbung schon durch kurzes Kochen mit Wasser wegwaschen. Thut man dieses und setzt concentrirte Salzsäure zu, so erhält man die frühere, rein violette Färbung.

14. Fasst man alle diese mikro- und makrochemischen Thatsachen zusammen, so ergibt sich Folgendes:

1. Das Xylophilin bildet mit concentrirter Salzsäure einen schwach violett gefärbten Körper, welcher durch längere Einwirkung von Salzsäure wieder zerstört, oder in eine andere Verbindung übergeführt wird.
2. Das Xylophilin bildet mit dem Holzstoff keine chemische Verbindung, wird aber von diesem in grosser Menge absorbirt und mit grosser Kraft selbst den besten Lösungsmitteln gegenüber festgehalten.
3. Der aus Xylophilin durch concentrirte Salzsäure gebildete Körper wird von verholzten Membranen im Grossen absorbirt und bei Gegenwart von überschüssiger Salzsäure mit intensiv violetter Farbe eingelagert.
4. Aus solcherweise violett gefärbten Membranen lässt sich die Salzsäure mit Wasser herausziehen, während das Xylophilin noch darin bleibt, und mit Salzsäure ebenso wie früher reagirt.

15. Aus dem Umstande, dass nicht nur Salzsäure, sondern auch Schwefelsäure, Wein- und Essigsäure, Salpeter- und Phosphorsäure dauernd oder vorübergehend violette Färbungen erzeugen, welche aber sämmtlich von einander in Intensität und Nuance verschieden sind, könnte man den Schluss ziehen, dass diesen Säuren mit dem Xylophilin, als schwache Basis, gefärbte salzartige Verbindungen geben, welche so schwach sind, dass sie schon durch überschüssiges Wasser zerstört werden. Diese salzähnlichen Verbindungen würden von den holzstoffhaltigen Membranen bei Assistenz von überschüssiger Säure mit viel intensiverer Färbung eingelagert werden.

Gewiss nicht scheint mir der Fall zu sein, dass die violetten Körper durch Zersetzung des Xylophilins, etwa Wasserentziehung, entstehen, da diese Erklärung wohl nicht nur für die schwächeren Säuren unwahrscheinlich wird, sondern auch die Zurückbildung des Xylophilins durch Einwirkung von Wasser, ganz beispiellos wäre. Andererseits gibt es in der That Chromogene, welche durch Wasserentziehung Farbstoffe liefern.

16. Zum Schlusse will ich noch einige Bemerkungen über das Xylophilin als Reagens machen.

Wird es einmal gelungen sein, das Xylophilin in reinem Zustande darzustellen, so wird man in demselben in Verbindung mit Salzsäure ein ausgezeichnetes Reagens auf Holzstoff besitzen, da, wie Hunderte meiner Versuche gezeigt haben, nur verholzte Membranen damit eine und zwar sehr schöne und intensive Violettfärbung geben. Das reine Xylophilin wird aber vorläufig vollständig durch das Extract aus Kirschenholz ersetzt, welches den Stoff reichlich enthält. Man befeuchtet zur Hervorbringung der Reaction den Querschnitt durch den frischen Pflanzentheil mit einem Tröpfchen des Extractes, lässt dieses zum grossen Theile aber nicht ganz abdunsten, und setzt concentrirte Salzsäure hinzu; meist tritt schon nach wenigen Minuten die erwünschte Färbung ein, deren Intensität, wenn sie nicht ohnehin genügend gross ist, man durch Wiederholung der Operation verstärken kann; weniger rasch und sicher tritt die Reaction an trockenen Pflanzentheilen besonders Hölzern, ein; am wenigsten erwiesen sich der Färbung durch viele Jahre aufbewahrte Holztheile aus Herbarien zugäng-

lich; aber auch da gelingt die Färbung immer, wenn sie auch nicht sehr intensiv wird.

Historisches.

Wigand[1] war meines Wissens der erste, der das Xylophilin als besonderen Stoff erkannte; doch ist das Meiste, was er über ihn aussagt, unrichtig. Er erwähnt ihn nur kurz. Ohne Beispiele zu nennen, sagt er, dass die meisten unserer einheimischen Holzgewächse einen Stoff enthalten, der an sich farblos ist und in der Zellwand eingelagert, durch Wasser und Alkohol ausziehbar ist; durch Salzsäure oder Schwefelsäure werde er violett durch Ammoniak, so wie an der Luft roth gefärbt.

Er nannte diesen Stoff Cyaneogen, aus welchem Grunde weiss ich nicht, da der so benannte Stoff unter keinen Umständen auch nur eine bläuliche Färbung annimmt. Obwohl es schliesslich gleichgiltig ist, welchen Namen ein Stoff erhält, so schien es mir doch unpassend, einen Namen zu verbreiten, welcher etwas Unrichtiges aussagt und eine Eigenschaft anzeigt, welche der so genannte Körper gar nicht zeigt.

Andererseits bietet der in Rede stehende Stoff, wie ich gezeigt habe, so merkwürdige Eigenschaften gegenüber dem Holzstoffe, dass ich es für zweckmässig hielt, ihn darnach zu benennen: Xylophilin. Nachdem ich ausführlich gezeigt habe, dass dieses nur im Inhalte und nicht in der Membran vorkömmt, und dass es nach Tödtung der Zelle im Querschnitte herausdiffundirt und von den verholzten Membranen mit grosser Kraft aufgenommen wird, so brauche ich nicht erst hervorzuheben, dass die von Wigand bezüglich dieses Stoffes und dem Hämatoxylin gemachten Hypothesen ziemlich aus der Luft gegriffen sind. Es ist nicht anzunehmen, dass das Xylophilin in Hämatoxylin übergeht, wie es überhaupt unrichtig ist, dass ersterer Stoff durch Ammoniak, oder gar von selbst an der Luft roth wird. Ich hebe meine Xylophilin-Extracte schon seit Wochen auf, habe auch Schnitte, welche damit getränkt waren, stundenlang an der Luft liegen lassen, ebenso verschiedentlich mit Ammoniak behandelt, ohne rothe Färbungen zu erhalten.

---

[1] Bot. Zeitung, 1862: p. 122. Einige Sätze über die physiologische Bedeutung der Gerbstoffe und der Pflanzenfarben.

Ob das Xylophilin mit den Gerbstoffen verwandt ist, und aus diesen hervorgeht, weiss ich nicht, und würde es auch dann noch nicht wissen, wenn auch alles das richtig wäre, was Wigand über die Beziehungen beider Körper zu einander im Vorkommen sagt: Dass nämlich der fragliche Stoff nur in gerbstoffhaltigen Zellen vorkommen, oder in den Wänden solcher Zellen, welche ursprünglich Gerbstoff enthielten, auftrete und dass man das Auftreten des in Rede stehenden Stoffes in der Zellwand in gleichem Schritte, wie der vorher vorhandene Gerbstoff verschwindet, unmittelbar verfolgen könne. Da Wigand für diesen wichtigen Punkt gar keine Belege gibt, so brauche ich ihn nicht im Einzelnen zu widerlegen, bemerke aber, dass schon die einfache Erwägung, dass die Nachweisung des Xylophilins in der grössten Mehrzahl der Fälle an das Vorhandensein von Holzstoff gebunden ist, während Gerbstoff in verholzten und nichtverholzten Zellen vorkömmt, beweist, dass Wigand dies Alles nicht gesehen haben kann; es kann ferner z. B. in einer verholzten Zelle *a* Gerbstoff und in einer andern in der Nähe befindlichen nichtverholzten Zelle *b* Xylophilin und kein Gerbstoff vorkommen; wirkt die Salzsäure ein, so kann sich unter allen Umständen nur die verholzte Zelle, in diesem Falle die gerbstoffhaltige violett färben; ebenso gut kann der entgegengesetzte Fall vorkommen. In beiden Fällen wäre es weit verfehlt, irgend welche Schlüsse daraus zu ziehen.

Auf noch hinfälligerer Basis beruhen Wigand's Vermuthungen bezüglich eines Zusammenhanges von Xylophilin und Hämatoxylin. Die beiden Stoffe haben, soweit die jetzigen Kenntnisse reichen, einfach nichts mit einander zu thun.

In der Abhandlung über die Desorganisation der Pflanzenzelle[1] führt Wigand einiges über durch Salzsäure bewirkte Violettfärbungen in Rinde und Holz der Kirsche an. Er bemerkt, dass sich die Wände der Markstrahlen, Gefässe und Holzzellen violett färben; dass sich die Markstrahlen der Rinde von denen des Holzes dadurch unterscheiden, dass jene Färbung nur letzteren zukommt; ebenso färben sich nach Wigand die Bastzellen violett, was beim Hornbast nicht oder nur ausnahmsweise der Fall ist.

---

[1] Pringsheim Jahrbuch. f. wissensch. Botanik, III, p. 118.

Dieses Alles erklärt sich einfach dadurch, dass die einen verholzt sind, was bei den andern nicht der Fall ist. Die Thatsache ferner, dass sich die in den Gefässen befindliche, nach Wigand, durch Umwandlung der Gefässwandung entstehenden Gummimassen mit Salzsäure violett färben, erklärt sich dadurch, dass jedes Gefäss von Holzparenchymzellen umgeben ist, welche sehr viel Xylophilin enthalten, das bei Behandlung mit Salzsäure heraus diffundirt, und zum Theile von den (noch holzstoffhaltigen?) Gummimassen aufgenommen wird. Dieses Holzparenchym hat Wigand ganz übersehen, was bereits Sanio gerügt hat.[1] Wo daher Holzparenchym in so grossen Massen auftritt, dass es nicht übersehen werden kann, spricht Wigand von einem abnormen Auftreten desselben, und fügt hinzu, dasselbe werde durch Salzsäure viel intensiver violett gefärbt als das übrige Holz; die Ursache davon ist wieder die, dass es eben die Parenchymzellen sind, welche das Xylophilin enthalten, und dieses daher bei der Diffusion zunächst von ihren Wandungen aufgenommen wird.

Gleichzeitig mit Wigand hat auch Böhm[2] hiehergehörige Untersuchungen angestellt. Derselbe zeigt zunächst von zahlreichen Beispielen, dass die Violettfärbung von Membranen mit Salzsäure nicht nur an Holz-, Bast- und Markzellen — wie Mulder angab — vorkomme, sondern auch in verschiedenen andern Geweben. Er wendet sich dann gegen die Anschauung von Mulder, Mohl und Harting, welche in genannter Färbung eine Eiweissreaction sahen und zeigt, dass die vermeintliche Eiweissreaction durch Farbstoffe bedingt werde, welche, wie es ihm scheint, mit Gerbstoffen in Beziehung stehen.

R. Müller[3] änderte den Wigand'schen Namen Cyaneogen in Cyanogen um. Derselbe verwechselte theils mehrere gänzlich von einander verschiedene Reactionen mit einander, theils bezog er sie irrthümlicher Weise auf einen und denselben Stoff, nämlich

[1] Botanische Zeitung, 1863, p. 22.

[2] Sitzungsbericht der Wiener Akademie der Wissenschaften, 45. Bd., II. Abth. (1862), p. 399 ff.

[3] Flora, 1874, p. 399 (Ueber das Coniferin); ferner seine Dissertation „Die Rinde unserer Laubhölzer" Breslau 1875, p. 26 ff. (Cyanogen).

auf das Xylophilin. Wie ich aber in dem folgenden Aufsatze über das Coniferin zeigen werde, treten bei Einwirkung von Phenol und Salzsäure im directen Sonnenlichte an Querschnitten von Salix-, Quercus-Zweigen etc. vier verschiedene Reactionen auf drei verschiedene Stoffe (Lignin, Xylophilin und Coniferin) ein. Ein Übergehen der grünen oder blauen Färbung in die violette, wie Müller meint, findet nicht statt, die ersteren Färbungen treten einfach sofort, die violette später ein. Wenn Salzsäure oder Schwefelsäure für sich nur in den meisten Fällen die violette Färbung hervorbringen, so beruht dieses bei der Salzsäure nicht etwa darauf, dass ein vorhergehender Zusatz von Carbolsäure die Färbung schneller und intensiver erzeugt, sondern darauf, dass nicht alle Hölzer Xylophilin enthalten.

Bei Sambucus und Robinia gelingt es überhaupt nicht, eine violette Färbung hervorzubringen. Schon dieser Umstand hätte Müller auf den wahren Sachverhalt führen können. Auch er übersah gänzlich die Beziehung dieser Reaction zu den verholzten Membranen. Die beiden Färbungen, welche durch concentrirte Schwefelsäure und durch Salzsäure hervorgerufen werden, sind gänzlich von einander verschieden. Erstere bezieht sich zum Theile auf das Coniferin, zum Theile auf Zerstörungsproducte des Holzes, die mit der conc. Schwefelsäure immer entstehen (dunkelviolett). Nur verdünnte Schwefelsäure erzeugt eine ähnliche Färbung, wie concentrirte Salzsäure (hellviolett bis violettrosa). Diese beruht auf dem Xylophilin; sie tritt ganz in derselben Weise auf, wie die Salzsäure-Färbung, und nie über den ganzen Querschnitt gleichmässig ein, wie die grüne und blaue Färbung mit Phenol-Salzsäure.

Dass das Cambium von Pinus, trotzdem es nachweislich Coniferin enthält, mit Phenol und Salzsäure keine Coniferinreaction zeigt, ist selbstverständlich, denn auch eine concentrirte Coniferinlösung zeigt dieselbe unter dem Mikroskope nicht.

Ob das Xylophilin ein stickstoffhaltiges Glucosid ist, wie Müller möchte, lasse ich dahingestellt. Jedenfalls aber sind die Gründe, welche ihn zu dieser Vermuthung drängen, einfach keine Gründe: Denn es können mikroskopische Reactionen, welche sich auf Eiweissstoffe beziehen, doch nicht auf den Stickstoffgehalt eines Stoffes schliessen lassen, der gar kein Eiweissstoff

ist! Auch wenn das Xylophilin stickstoffhaltig ist, braucht es noch nicht wie ein Eiweissstoff zu reagiren. Überdies ist die Xylophilinfärbung mit verdünnter Schwefelsäure allein gänzlich verschieden von der rosenrothen Färbung, welche man mit Zucker und Schwefelsäure bei Eiweissstoffen erhält. Auch R. Müller hält den Stoff für in der Membran eingelagert, erkannte aber auch nicht seine Beziehung zum Holzstoff. Er stimmt der Wigand'schen Ansicht, dass das Xylophilin aus Gerbstoff entstehe, nicht bei; indess führt er als Grund die unrichtige Thatsache an, dass jenes nur in der Wand vorkomme, während die Gerbstoffe nur im Inhalte vorkämen.

Ausser von den genannten Autoren, die sich ausführlicher mit den in Rede stehenden Färbungen beschäftigten, wurden diese noch mehrfach von Mikroskopikern beobachtet. Sie wurden indess häufig auf andere Stoffe gedeutet; gewöhnlich auf Eiweissstoffe, in Weidenzweigen auf Salicin.

So zunächst von Mulder,[1] der in dem Violettwerden der Zellmembranen mit Salzsäure eine Proteinreaktion erkannte. Mulder behauptet, dass alle Holzzellen die genannte Färbung zeigen, was schon Böhm als unrichtig erkannte. Er bemerkte auch, dass die jüngsten Holzzellen, mit Salzsäure behandelt, ungefärbt bleiben, und schliesst daraus, dass die Proteinsubstanz erst später, bei dem Dickwerden der Zellen in der Wand abgelagert werde.

Auch Mohl[2] und Harting[3] vertraten die Ansicht, dass die Salzsäure-Färbung von Zellmembranen durch Eiweissstoffe bedingt werden.

Unter Anderem gehört hieher die rosenrothe Färbung, welche Hartig[4] durch mehrstündige Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf Holz- und Bastfasern erhielt, während zu gleicher Zeit die Cambiumwandungen ungefärbt blieben. Hartig schliesst daraus auf eine ursprüngliche Verschiedenheit der Cam-

---

[1] Mulder, Physiolog. Chemie.

[2] Vegetab. Zelle, p. 31.

[3] Bot. Zeitg., 1846, p. 64

[4] Über die Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf die Ablagerungsschichten der Zellwände in deren jugendlichstem Zustande. Bot. Zeitung, 1855, 223.

biumwandungen von den späteren Verdickungsschichten. Er bemerkte auch, dass sich immer nur eine äussere Zone des Holzkörpers rosa färbte, und zieht den Schluss, dass der Zeitraum, während welchem die Verdickungsschichten roth gefärbt werden können, nur ein kurzer sei.

Die richtige Erklärung ist einfach die, dass die Cambiumwandungen nicht verholzt sind, was nicht mehr für die sich rosa färbenden Wände gilt, und dass sich das die Färbung bedingende Xylophilin in den Zellen der Rinde befindet, und sich von da aus in dem Reagens verbreitet, wodurch zuerst eine peripherische Zone des Holzkörpers die Färbung erhalten muss.

Von Wiesner[1] und Weiss wurde gelegentlich ebenfalls intensive Violettfärbung mit Salzsäure an verdickten Zellen von *Aesculus*, *Tilia*, *Populus*, *Larix* und anderen Pflanzen aufgefunden.

Nach einer Angabe von Weinzierl[2] theilte Prof. Wiesner in seinen Vorlesungen über experimentale Pflanzenphysiologie mit, dass die bei Behandlung von Fichtenholz mit Salzsäure eintretende rosenrothe Färbung nicht von Coniferin herrühre, sondern von einem andern Körper, der in Mark und Rinde seinen Sitz hat, was vollkommen mit den von mir gefundenen Resultaten übereinstimmt.

II. Über das Coniferin.

Im Jahre 1861 entdeckte Th. Hartig[3] im Cambialsafte von *Larix europaea* einen krystallisirten Körper, welchen er mit dem Namen *Laricin* belegte; als er jedoch später denselben Körper auch bei anderen Coniferen, nämlich *Abies excelsa* und *pectinata*, *Pinus Strobus* und *Cembra* fand, nannte er ihn *Abietin*, welcher Name schliesslich durch Coniferin ersetzt wurde, da ihn schon ein aus Terpentin gewonnenes Harz längst führte.

[1] Vorläufige Notiz über die directe Nachweisung des Eisens in den Zellen der Pflanzen. Sitzungsberichte der mathemat.-nat. Classe d. k. Akademie in Wien, 40. Bd. (1860), p. 276, Anm.

[2] Über das Vorkommen der Glycoside etc. 1877. Aus: Wiss. Mitth. a. d. akad. Verein d. Naturhist. in Wien.

[3] Hartig, Jahrbuch für Förster, 1861, Bd. I, 263 ff.

Fünf Jahre darauf untersuchte Kubel[1] diesen Stoff genauer, und fand, dass er ein Glucosid ist, dessen Eigenschaften er zum Theile feststellte; derselbe fand unter Anderem auch einige sehr charakteristische Reactionen des Coniferins. Ähnlich wie Salicin durch Schwefelsäure roth gefärbt wird, wird Coniferin durch dieselbe concentrirte Säure violett; ferner fand er, dass concentrirte Salzsäure das Coniferin in der Kälte ohne Färbung löst, aber beim Erwärmen und Verdampfen der Lösung ein intensiv blau gefärbter Niederschlag auftritt. Kubel sagt nun, dass man durch diese Reactionen, vorzüglich aber durch concentrirte Schwefelsäure das Coniferin sehr leicht in den Nadelhölzern nachweisen kann; es genüge hiebei zu einem Querschnitte concentrirte Schwefelsäure hinzuzufügen; das junge Holz und der Bast färbten sich hiebei violett.

Ich brauche kaum zu bemerken, dass diese violette Färbung mit dem Coniferin nichts zu thun hat, sondern vom Xylophilin herrührt.

F. Tiemann und W. Haarmann[2] stellten zu Beginn der 70er Jahre die chemische Natur des Coniferins und seiner Zersetzungsproducte vollständig fest. Sie machten auch die interessante Entdeckung, dass die schon lange bekannte und in allen Lehrbüchern aufgenommene Reaction auf Phenol mit Hilfe eines mit Salzsäure befeuchteten Fichtenspahnes von Coniferinspuren herrührt, welche im Fichtenholze enthalten sind. Bringt man ferner nach der Angabe dieser beiden Chemiker etwas mit Phenol und Salzsäure befeuchtetes Coniferin in das directe Sonnenlicht, so wird es fast augenblicklich intensiv blau; bei Ausschluss des directen Sonnenlichtes aber erst nach einiger Zeit.

E. Tangl machte kurze Zeit darauf eine vorläufige Mittheilung[3] über das Coniferin. Er ging von der erwähnten Phenol-Salzsäure-Reaction aus, untersuchte einige Hölzer mikroskopisch mit Hilfe derselben, indem er hoffte, auf das hiebei eintretende Verhalten eine ganz bestimmte mikrochemische Methode basiren zu können. Er fand, dass wenn man einen dünnen Schnitt eines

---

[1] Kubel, Journ. f. praktische Chemie, 97. Bd. (1866, I), p. 243 f.

[2] Über d. Coniferin und seine Umwandlung in das aromat. Princip d. Vanille. Ber. d. deutsch. chem. Gesellschaft zu Berlin, 1874, p. 608 ff.

[3] Flora, 1874, p. 239.

mit wässeriger Carbolsäure wohl imprägnirten Fichtenholzstückes auf dem Objectträger mit Salzsäure behandelt, derselbe eine schöne, fast bis blaugrüne Färbung erhält, die unter dem Mikroskope selbst in sehr feinen Schnitten mit grosser Deutlichkeit wahrgenommen werden kann; aus der kurz vorher erschienenen Arbeit von Tiemann und Haarmann ersah Tangl, dass sich jene Reaction auf das Coniferin beziehe, und schloss, da er sie auch bei *Sambucus nigra*, *Populus balsamifera*, *Fraxinus excelsior* und *Vitis vinifera* eintreten sah, dass auch diese Pflanzen coniferinführend sind, und daher dieses Glucosid viel weiter verbreitet ist, als bisher angenommen wurde, und es namentlich nicht auf die Coniferen allein beschränkt sei.

Indessen hatte diese vorläufige Mittheilung keine ausführliche Abhandlung im Gefolge, es erschien hingegen drei Monate darauf in derselben Zeitschrift eine andere darauf Bezug habende Mittheilung von R. Müller,[1] welche ich bereits zum Theile besprochen habe.[2] Dieser bezog alle beim Behandeln mit Phenol und Salzsäure auftretenden Reactionen auf einen und denselben Stoff, nämlich das Cyaneogen Wigand's, das ich Xylophilin genannt habe, und behauptet, dass dieses der von Tangl für Coniferin gehaltene Stoff sei. Da ich Müller's kurze Mittheilung zum Theile schon kritisirt habe, gehe ich hier darauf nicht weiter ein, um so mehr, als sich das Mangelhafte derselben sowohl aus dem Xylophilin-Aufsatze, wie aus dem nun folgenden ganz von selbst ergibt.

Diese Mittheilung mag die Ursache des Ausbleibens der ausführlichen Arbeit Tangl's gewesen sein.

Ohne zunächst auf das Coniferin Rücksicht zu nehmen, habe ich, nachdem ich den Korkstoff mikrochemisch genau charakterisirt hatte, lediglich von der Absicht ausgehend, mir Holzstoff-Reactionen zu verschaffen, die allbekannte und nun schon mehrfach genannte Phenolsalzsäure-Reaction dazu benützt. Ich habe in der That in dieser Reaction ein sehr gutes Mittel, verholzte Membranen zu erkennen, gefunden, und kann dieselbe als eine sehr ausgezeichnete Reaction auf verholzte Membranen bezeichnen.

---

[1] R. Müller, Flora, 1874, p. 399.

[2] Siehe den historischen Anhang zum Capitel über das Xylophilin.

Ich habe dieselbe an allen möglichen verholzten Membranen geprüft, und immer gefunden, dass diese unter gewissen, gleich näher zu schildernden Umständen eine sehr schöne gelbgrüne, grasgrüne, blau- oder spangrüne Färbung annehmen; die Art der Färbung hängt von der Dicke des Schnittes und der Qualität des Objectes ab. Um aber diese oft überraschend schönen Färbungen zu erhalten, genügt es nicht, den Schnitt mit Phenol und Salzsäure zu befeuchten, wie Tangl angibt, sondern es gehört hierzu noch das directe Sonnenlicht. Wenn man den Schnitt erst mit Phenol und dann mit Salzsäure befeuchtet, so wird jenes von dieser nicht sofort aufgelöst, und wenn ersteres in etwas zu grosser Menge beigefügt wurde, überhaupt nur theilweise. Es bleiben dann an den Zellwänden Phenoltröpfchen hängen, welche das Bild verunstalten. Ich benütze daher zum Zwecke der Reaction eine concentrirte kalte Auflösung von krystallisirtem, möglichst reinem Phenol in concentrirter Salzsäure und verschaffe mir diese in der Weise, dass ich das Phenol in der Wärme in möglichst wenig Salzsäure auflöse und während dem Erkalten soviel Salzsäure langsam hinzufüge, als nothwendig, um die entstehende Trübung wieder aufzulösen. Mit der so erhaltenen, vollkommen klaren Flüssigkeit erzielt man nun sehr reine und schöne Präparate, wenn man klare, aber nicht zu dünne Schnitte mit möglichst wenig davon befeuchtet und unter dem Deckglase dem directen starken Sonnenlichte aussetzt; es genügt, wenn die Bestrahlung $^1/_2$—1 Minute dauert, nach dieser kurzen Zeit hat der Schnitt die intensivste Färbung; dauert die Besonnung länger, so nimmt die Stärke und Lebhaftigkeit der Färbung immer mehr und mehr ab, und wird diese meergrün oder gelbgrün. Hat man daher directes Sonnenlicht zur Verfügung, so empfiehlt sich diese Reaction als eine sehr vorzügliche und empfindliche auf Holzstoff; Membranen, welche sich mit Chlorzinkjod bläuen, sowie jene Korke, die ich in Folge genauerer Untersuchung als sehr holz- und zellstoffarm erkannt habe, bleiben, sowie auch Epidermen, vollkommen farblos, oder färben sich in Folge des Salzsäure-Zusatzes schwach gelblich und zeigen nie grünliche Färbungen.

Die so hergestellte grüne Färbung ist aber nicht haltbar, man muss daher das Präparat sofort untersuchen. Es hält sich dasselbe um so länger, je geringerer Helligkeit es ausgesetzt ist;

also im Dunkeln am längsten, während die Färbung im directen Sonnenlichte sehr rasch verblasst.

Um überhaupt eine schwächere oder stärkere Grünfärbung in der verholzten Membran durch Phenol-Salzsäure (wie ich das Reagens forthin bezeichnen werde) hervorzubringen, ist allerdings directes Sonnenlicht nicht nothwendig; allein die ohne dieses erzeugten Färbungen sind meistens sehr schwach und oft nur gelbgrün; in keinem Falle lassen sie sich mit den mit Hilfe der directen Bestrahlung erzeugten, die meist von überraschender Schönheit sind, vergleichen.

Das directe Sonnenlicht kann man einigermassen, aber nicht ganz durch künstliches Licht ersetzen; wenn man das Licht einer grossen Gasflamme mit Hilfe einer Linse auf das Object concentrirt, so erhält man auch oft ganz intensive grüne Färbungen, die indessen nie den Glanz der in directer Sonne erzeugten erreichen. Auch ist bei künstlichem Lichte eine längere Bestrahlung nöthig, welche selbstverständlich nie so intensive Färbungen erzeugen kann, da während der Dauer derselben immer zugleich Verblassung stattfindet, wie aus bereits Gesagtem hervorgeht.

Ich habe diese Reaction an zahlreichen Objecten, den verschiedensten Pflanzentheilen geprüft, und kann dieselbe als eine unter Umständen (directes starkes Sonnenlicht) sehr brauchbare und empfindliche Holzstoff-Reaction empfehlen. Einzelne Objecte, wie z. B. Querschnitte durch Orchideen-Luftwurzeln, manche monocotyle Stengel, einzelne Hölzer (z. B. *Evonymus*, *Aesculus*, *Coniferen)* sind, wenn richtig zubereitet, wirkliche Prachtobjecte.

Indessen ist die Reaction selbst nicht das Resultat eines so einfachen Vorganges, wie man nach dem bisherigen glauben könnte; schon der Umstand, dass hier mehrere Reagentien — Phenol, Salzsäure, Sonnenlicht — mitwirken, um die Färbung hervorzubringen, von welchen einzelne vielleicht selbstständig zu wirken im Stande sind, lässt die Vermuthung aufkommen, dass man es hier, wenigstens in vielen Fällen, mit einer zusammengesetzten Reaction zu thun habe; und dieses ist in der That der Fall.

Zunächst fand ich, dass die Salzsäure schon an und für sich eine doppelte Wirkung auf verholzte Membranen auszuüben im Stande ist.

1. Werden alle verholzten Membranen durch dieselbe mehr oder minder stark gelb oder grünlich-gelb gefärbt, manche sehr intensiv, andere eben bemerkbar; diese Färbung zeigt sich namentlich an Hölzern, aber auch sonst. Besonders schön und intensiv werden gefärbt fast alle untersuchten monocotylen Gefässbündel und Sklerenchymscheiden, namentlich die der Gräser und Cyperaceen; ferner sehr auffällig eine Anzahl von dicotylen Pflanzen, so *Robinia Pseudoacacia*, *Myricaria germanica*, *Rhamnus cathartica*, *Rosa*, *Philadelphus coronarius*, *Gymnocladus canadensis*, *Clematis recta* und *angustifolia*, *Chaerophyllum aureum*, *Selaginella Kraussiana*, *Beta marittima* und z. a.; andere Pflanzen, wie *Galium Mollugo* zeigen eine mehr grüne Färbung etc.[1]

Diese Gelbfärbung tritt momentan auf; dauert die Einwirkung der Salzsäure länger, einige Stunden, so färben sich alle verholzten Membranen mehr weniger schmutzig fleischfarben, manchmal fast violett, in anderen häufigen Fällen tritt eine unbestimmte ins Graue oder Braune ziehende Färbung ein. Diese Färbungen sind jedenfalls Folge einer zerstörenden Einwirkung der concentrirten Salzsäure auf die verholzten Membranen; macht man den Versuch nicht unter dem Deckglase, wie es bisher gemeint ist, sondern im Grossen mit einem Stücke Holz, so färbt sich dieses nach kurzer Zeit schwarz-violett, und die Salzsäure nimmt zugleich eine dunkelviolette Färbung an; auch Flaschenkork nimmt nach längerer Einwirkung von Salzsäure eine violettschwarze Färbung, welche wie der Augenschein und die Dauer des Versuches lehren, nur von Zersetzungsproducten der Wandbestandtheile herrühren kann.

2. Diese schwarzviolette Färbung hat aber gar nichts zu thun mit der hell- und reinvioletten Xylophilinfärbung, welche ebenfalls nach kurzer Einwirkung der Salzsäure entsteht, und zwar, wie ich ausführlich gezeigt habe, bei etwa $^2/_3$ aller Holzgewächse und $^1/_3$ aller krautigen Pflanzen in den verholzten Membranen eintritt. In manchen Fällen ist jedoch jene unter 1. erwähnte fleischfarbene bis violette Färbung so intensiv und

[1] Von jenen Pflanzen, welche mit Salzsäure eine specifische Färbung geben, ist abgesehen; so gibt *Lamium* eine rothe, *Aucuba japonica* schwarze Färbung etc.

täuschend, dass es schwer fällt, beide zu unterscheiden. Hieher gehört ein Theil jener Pflanzen, welche ich in der IV. Rubrik („Xylophilin kommt wahrscheinlich vor") der Tabelle auf p. 2 *ff* verzeichnet habe. Eine Verwechslung kann indess bei aufmerksamer Beobachtung ihrer Entstehung in keiner Weise geschehen, da sie sich gleichmässig über alle verholzten Membranen erstreckt, während die viel schönere Xylophilinfärbung von gewissen Stellen, den Sitzen des Xylophilins, ausgeht; nur fertige Reactionszustände können täuschen.

3. Tritt nun zur Salzsäure das Phenol, so wird die Wirkung jener nicht aufgehoben. Wo Xylophilin vorhanden ist, reagirt es mit Phenol-Salzsäure gerade so, wie wenn nur Salzsäure vorhanden wäre; doch habe ich beobachtet, dass die Xylophilinfärbung bei Gegenwart von Phenol etwas rascher eintritt, was auch R. Müller angibt. Ein Intensiverwerden findet jedoch nicht statt. Wahrscheinlich tritt das Xylophilin bei Gegenwart von Phenol rascher in Lösung und wird daher auch schneller von den holzstoffhaltigen Membranen aufgenommen. Jedenfalls wirkt das Phenol in keiner Weise chemisch auf das Xylophilin ein.

Hingegen bewirkt die Gegenwart von Phenol in der Salzsäure die Grünfärbung aller verholzten Membranen; die Grünfärbung im directen Sonnenlichte ist aber **das Resultat einer doppelten Reaction; theils wird sie von dem Lignin selbst, theils von Coniferin** bewirkt. Dieses letztere ist möglicherweise ein constanter Begleiter des Holzstoffes. In diesen wenigen Worten fasse ich das Hauptresultat der nun folgenden Untersuchung zusammen. Nun wird auch die Wahl des Titels verständlich sein. Es soll nun die Aufgabe der folgenden Zeilen sein, zunächst zu zeigen, in welcher Weise in demselben Schnitte diese verschiedenen Färbungen und ihre Ursachen auseinander zu halten sind, und dann die Richtigkeit der gemachten Behauptungen theils zu beweisen, theils doch zu einiger Wahrscheinlichkeit zu erheben.

I. Zunächst will ich einen Versuch mittheilen, welchen ich mit 9 verschiedenen, xylophilinführenden, meist holzigen Pflanzen durchgeführt habe, nämlich mit *Aesculus Hippocastanum*, *Ampelospis hederacea*, *Betula alba*, *Castanea vesca*, *Crataegus Oxya-*

cantha, Polygonum Sieboldii, Abies excelsa, Salix purpurea und *Ribes alpinum.*

Benetzt man Querschnitte durch dünne Zweige dieser Pflanzen mit concentrirter Salzsäure, so tritt zunächst sofort in allen verholzten Membranen eine mehr minder deutliche Gelbfärbung ein. Da jedoch diese Pflanzen alle xylophilinreich sind, so wird diese Gelbfärbung stellenweise allmälig durch eine schöne, violette verdrängt. Zu diesen Erscheinungen ist Sonnenlicht nicht nöthig; nimmt man statt Salzsäure Phenolsalzsäure, so tritt die violette Färbung in derselben Weise wie früher ein, während sich alle verholzten Membranen sofort mehr weniger schön grün und zwar gelb- bis spangrün färben. Wirkte dabei zugleich durch ganz kurze Zeit starkes directes Sonnenlicht ein, so wird die grüne Färbung viel intensiver und schöner, während die violette Färbung dadurch nicht beeinflusst wird. Lässt man nun die so intensive violette und grüne Färbungen aufweisenden Schnitte im directen Sonnenlichte trocknen, so geht die Grünfärbung in eine himmelblaue über, während die violette in ihrer ursprünglichen Nuance erhalten bleibt. Je schöner und intensiver die Grünfärbung im feuchten Zustande des Präparates ist, desto schöner und auffälliger wird die himmelblaue Färbung im trockenen. Diese tritt am schönsten bei *Aesculus, Castanea, Salix, Pinus* und *Crataegus* auf. Bei letzterer Pflanze wird sie indess zum grossen Theile durch die violette Färbung verdeckt. Wenn der Versuch gut gelungen ist, wozu ein dickerer Schnitt nothwendig ist, sowie richtige Dauer der Einwirkung und eine genügende Stärke des Sonnenlichtes, so sind die genannten Pflanzen sowohl im feuchten, wie im trockenen Zustande prachtvolle Objecte.

Macht man dieselben Operationen mit Schnitten, welche etwa $^1/_4$ Stunde lang mit destillirtem Wasser ausgekocht wurden, so treten ganz die nämlichen Erscheinungen ein, nur die violette Färbung bleibt aus; die Erklärung davon ist, nach dem über das Xylophilin Gesagten, selbstverständlich. Es wird dieses ganz einfach aus den Inhalten herausgelöst und kann daher dann die violette Färbung nicht eintreten.

Kocht man aber den Schnitt längere Zeit, mehrere Stunden, mit überschüssigem, mehrmals gewechseltem Wasser aus, so tritt alles ebenso wie früher ein, aber ausser der violetten Fär-

bung bleibt auch die himmelblaue oder blassblaue Färbung (nach dem Trocknen) aus. Die grüne Phenol-Salzsäure-Färbung mit directem Sonnenlichte ist weniger schön wie früher. Da nun nach dem Trocknen die himmelblaue Färbung, welche für das Coniferin so charakteristisch ist, ausbleibt, so muss meiner Annahme nach, dieses herausgelöst worden sein, wenigstens zum grossen Theile. Die Grünfärbung im feuchten Zustande gehört aber nicht nur dem Coniferin, sondern auch dem Holzstoff an, da sie auch von solchen Schnitten noch gezeigt wird, die lange ausgekocht wurden.

II. Dass die mikroskopische Reaction von Phenol-Salzsäure mit dem Fichtenspane von Coniferin herrührt, kann nach Tiemann und Haarmann's Angaben wohl keinem Zweifel unterworfen sein. Die Reaction geht in der Weise vor sich, dass der mit dem Reagens befeuchtete Spahn zunächst eine grüne Färbung annimmt, welche nach dem Abtrocknen in der Sonne in eine himmelblaue übergeht. Aber ganz genau so, wie ein Fichtenspan verhalten sich alle von mir untersuchten Coniferen: *Pinus Strobus* und *silvestris*; *Araucaria excelsa, Gingko biloba, Juniperus communis* und *virginiana, Larix europaea, Taxodium distichum. Taxus baccata. Thuja occidentalis* und *orientalis*. Es kann nicht daran gezweifelt werden, dass die Ursache dieses gleichen Verhaltens der gleiche Stoff sein muss; also Coniferin bei allen diesen, und da ich keine Ausnahme fand, wahrscheinlich überhaupt bei allen Coniferen vorkömmt.[1]

Ich habe indess ausserdem noch über 100 verschiedene Holzarten genau in derselben makroskopischen Weise geprüft, und bin zum Ergebnisse gelangt, dass, wenn jene Blaufärbung nach dem Trocknen in der Sonne in der That von Coniferin herrührt, dieses in grösserer oder geringerer Quantität bei allen untersuchten Holzarten vorkömmt. Dabei ist zu bemerken, dass

---

[1] Ich bemerke hier, dass ein Anonymus vorschlug, die Vanillingewinnung mit der Holzstofffabrication zu verbinden. Die Flüssigkeit, welche bei der Behandlung des Nadelholzes mit Natronlauge unter hohem Drucke abfällt, soll nach dem Ansäuern nach einigen Tagen einen Vanillegeruch zeigen. Doch ist die Bildung des Vanillins bei dieser Operation nicht genauer nachgewiesen. (Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie von Fittica für 1875, 482, und Dingler's polytechn. Journal, 216. Bd. p., 372.)

nicht nur jene Blaufärbung genau in der Nuance mit der von Pinus etc. übereinstimmt, sondern auch die Art und Weise, die Raschheit des Auftretens etc., so dass der Färbungsvorgang bei allen Hölzern den Eindruck desselben chemischen Processes machte.

Die Intensität der Färbung war hingegen sehr verschieden, wie von vorne herein zu erwarten war, da es nicht zu gewärtigen war, dass das Coniferin bei allen Arten in gleicher Menge vorhanden sei. Viele Hölzer indessen zeigten eine Färbung, welche auch in der Stärke vollkommen mit der von *Pinus* übereinstimmte, so dass wenigstens bei diesen an die Gegenwart von Coniferin nicht gezweifelt werden kann. Hieher gehören, z. B. *Daphne Mezereum*, *Ailanthus glandulosa*, *Amorpha fruticosa*, *Alnus incana*, *Catalpa syringaefolia*, *Clematis Vitalba*, *Cereus triangularis*, *Cornus sanguinea*, *Evonymus europaeus*, *Gymnocladus canadensis*, *Hydrangea nivea* u. v. a.

Bei anderen war die himmelblaue ebenfalls ganz rein, aber blässer, z. B. bei *Ilex aquifolium*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera Xylosteum* und *Periclymenum*, *Lycium barbarum*, *Myricaria germanica*, *Syringa vulgaris*, *Symphoricarpus racemosus* etc.

Endlich gibt es unter den Hölzern noch eine dritte Gruppe, wo die rein blaue Färbung durch eine andere Reaction getrübt ist, und nur stellenweise zum Vorschein kommt. Dieses kann entweder durch das gleichzeitige Auftreten von Xylophilin bewirkt werden, oder durch eine starke Gelbfärbung des Holzes durch die Salzsäure.

Das erstere ist der Fall bei allen xylophilinreichen Hölzern, in höherem oder geringerem Grade, je nach dem gegenseitigen Verhältnisse der Xylophilin- und Coniferinmenge.

In manchen Fällen tritt die Störung durch das vorhandene Xylophilin fast gar nicht hervor, oder nur in den äusseren Holzpartien, wenn nämlich das Holz keines oder nur wenig enthält und der benutzte Zweig nicht zu dünn ist. Dies ist der Fall bei *Calluna vulgaris*, *Aesculus Hippocastanum*, *Acer campestre*, *Castanea vesca*, *Corylus Avellana*, *Philadelphus coronarius*, *Platanus orientalis*, *Salix purpurea* und andere. Bei diesen war die Färbung fast ebenso rein, wie bei den untersuchten Coniferen.

Wo aber das Xylophilin selbst im Holze reichlich vorkommt, wie bei den Amygdaleen und Pomaceen, oder sonst jenes aus der durchschnittenen Rinde etc. leicht auf das Holz diffundiren konnte, da konnte selbstverständlich keine reine Blaufärbung erzielt werden, obwohl man aus den auftretenden Färbungserscheinungen einen sicheren Schluss auf das Vorhandensein von Coniferin ziehen konnte.

Solche Mischfärbungen zwischen Himmelblau und Violett erhielt ich bei *Centradenia grandifolia*, mehreren *Prunus*-Arten, *Crataegus*, *Cydonia*, *Fagus silvatica*, *Betula alba*, *Ampelopsis hederacea*, *Persica vulgaris*, *Pyrus*, *Ribes*, *Sorbus*, *Rosa* etc.

Hingegen wurde die reine blaue Färbung durch die gelbe Salzsäure-Färbung des Holzes in eine spangrüne bis blaugrüne verwandelt ebenfalls bei vielen Arten; so *Negundo fraxinifolium*, *Acer pseudoplatanus* und *platanoides*, *Broussonetia papyrifera*, *Caragana arborescens*, *Celtis occidentalis*, *Coriaria myrtifolia*, *Hibiscus syriacus*, *Cytisus Laburnum*, *Deutsia scabra*, *Helianthemum mutabile*, *Fraxinus excelsior*, *Kerria japonica*, *Pelargonium zonale* etc.

Bei allen diesen Hölzern, und auch den xylophilinhaltigen, zeigten sich aber immer auch Stellen, wo die Coniferinfärbung reiner oder fast rein war.

Bei manchen Hölzern, die xylophilinführend sind, kam auch noch die ins Grüne ziehende Nuance der Blaufärbung hinzu. Aber bei keinem aller überhaupt untersuchten, konnte über die Gleichartigkeit der Erscheinung bezüglich des blaureagirenden Körpers ein Zweifel sein. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass jener dritte Körper, welcher gewiss in allen Hölzern vorkömmt, derselbe ist, welcher die reine Blaufärbung des Coniferenholzes unter den gleichen Umständen und in genau derselben Weise bewirkt, nämlich Coniferin. Denn alle angeführten Thatsachen beweisen, dass alle Hölzer in directem Sonnenlichte mit Phenol-Salzsäure eine Reaction zeigen, welche mehr oder weniger genau mit der übereinstimmt, welche Fichtenholz unter denselben Umständen zeigt. Überall tritt dieselbe Reaction unter denselben Bedingungen in derselben Zeit auf, und wo die Färbung nicht ganz übereinstimmt mit der des Fichtenholzes, ist die Ursache davon in dem gleichzeitigen Eintreten anderer Reactionen erkenn-

bar. Dieses Alles deutet auf eine und dieselbe Ursache hin, einen Stoff nämlich, der allen diesen Hölzern gemeinsam ist. Wenn es nun für die Coniferen keinem Zweifel unterworfen ist, dass dieser Stoff das Coniferin ist, so ist das Vorkommen desselben für die übrigen Hölzer zum Mindesten höchst wahrscheinlich.

III. Dass die himmelblaue Färbung im trockenen Zustande nicht von Lignin oder überhaupt einem unlöslichen Körper herrührt, darüber kann nach dem sub I. Mitgetheilten kein Zweifel sein. Denn wenn es auch nothwendig ist, den Schnitt viele Stunden lang mit mehrmals gewechseltem Wasser zu kochen, so beweist dieses nicht etwa, dass wir es hier mit einem in Wasser sehr schwer löslichen Körper zu thun haben, da der betreffende Körper in der Membran auftritt, und daher auf keinem Falle leicht aus denselben entfernt zu werden braucht, selbst dann, wenn er, wie dieses beim Coniferin thatsächlich der Fall ist, in heissem Wasser leicht löslich ist. Die Möglichkeit, dass ein so leicht löslicher Körper, wie das Coniferin in der That einem so langen Kochen widerstehen könne, kann aber nicht weggeläugnet werden, nachdem wir im Xylophilin einen Körper von ähnlichen Eigenschaften kennen gelernt haben. Ein mit Xylophilin getränkter Schnitt konnte 20 Minuten lang in Wasser gekocht werden, ohne grossen Verlust an jenem. Es ist aber klar, dass ein blosses Tränken des Schnittes mit einer Lösung den Stoff nicht entfernt so fest einverleiben kann, als dieses möglich wird, wenn derselbe durch den Lebensprocess selbst an Ort und Stelle entsteht, wie dieses für das Coniferin wahrscheinlich ist.

Zudem haben wir es im Coniferin mit einem Stoffe zu thun, der selbst noch in spurenhafter Menge mit Phenol-Salzsäure ganz intensive Färbungen gibt, dieses zeigt das Fichtenholz, welches ihn bestimmt enthält. Wenn nun schon Spuren, wie in diesem sicheren Falle, so intensive Färbungen geben, so ist es klar, dass es überhaupt schwierig sein muss, Coniferin aus einer Membran durch blosses Auslaugen so weit zu entfernen, dass nicht einmal Spuren von Färbungen entstehen. Wenn man diese Thatsachen und Möglichkeiten im Auge behält, so wird es verständlich, wieso es kommt, dass selbst gewöhnliches holzstoffhaltiges Papier mit Phenol-Salzsäure unter günstigen Umständen ganz auffällige Blaufärbungen gibt. Jedes gewöhnliche weisse Papier enthält

verholzte und nichtverholzte Membranfetzen. Von der Gegenwart beider kann man sich leicht sowohl durch Xylophilin-Salzsäure, als auch durch Anilinsalze überzeugen. Man erhält damit intensive Violett-, respective Gelbfärbung, und die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass sich diese starken und schönen Färbungen nicht auf alle Faserelemente des Papiers erstrecken, sondern auf nur einen geringen Theil desselben, nämlich den verholzten. Die Stärke der Färbungen des Papiers richtet sich daher ganz nach dem Gehalte an verholzten Membranen. Gewisse Papiere, in erster Linie schwedisches Filtrirpapier, welches fast aus reiner Cellulose besteht, färben sich mit beiden Reagentien nicht oder nur spurenhaft.

Ich habe nun mit sieben verschiedenen Papiersorten einen Versuch gemacht, welcher aufs Deutlichste zeigte, dass der Grad der Blaufärbung dieser Papiere mit Phenol-Salzsäure ganz und gar von der Quantität Holzstoff abhängt, welche darin enthalten ist, also mit der Stärke jener gelben und violetten Färbungen zu- und abnimmt. Dieses ist der deutlichste Beweis dafür, dass jene Blaufärbung durch Phenol-Salzsäure im Papiere in der That von den verholzten Membranen ausgeht und daher durch dieselbe Ursache bedingt wird, durch welche jedes Holz für sich die Erscheinung zeigt. Mit den verholzten Membranstücken gelangt in das Papier auch das Coniferin, welches darin enthalten ist. Durch diesen Versuch ist aber auch zu gleicher Zeit der Einwand erledigt, dass die Blaufärbung des Papieres möglicherweise mit jener des Holzes gar nichts zu thun hat, und lediglich von einem und demselben bei der Bereitung zugeführten Stoffe herrühren kann. Da abgesehen von der Verschiedenheit der Rohstoffe die Bereitungsweise der Papiere ziemlich conform ist, und ferner der Versuch lehrte, dass ganz verschiedene Papiersorten conforme Resultate gaben, die nur von der Holzstoffmenge abhingen, die sie führten, so entfällt jener Einwand.

Auch ist zu bemerken, dass reine Salzsäure jene Blaufärbung des Papieres nicht bewirkt. Sie bringt nur eine Gelbfärbung hervor, deren Stärke wieder nur von der Holzstoffmenge abhängt. Auch lehrte die mikroskopische Untersuchung, dass nur verholzte Membrantheilchen durch Phenol-Salzsäure grün, respective blau gefärbt wurden. Die Thatsache, dass selbst die im fertigen

Papiere befindlichen Membranfetzen coniferinhaltig sein sollen, trotzdem dieselben mannigfache Waschoperation durchgemacht haben, hat einen hohen Grad von Unwahrscheinlichkeit an sich. Indessen genügt es, zwei andere im Auge zu behalten, um diese Möglichkeit zu begreifen. Zunächst die schon erwähnte Empfindlichkeit des Reagens, für welche ich weiter unten ausführliche Beweise liefern werde, die zeigen, dass dieselbe noch viel grösser ist, als sie von Tiemann und Haarmann geschätzt wurde, und dann auf ähnliche Erfahrungen mit anderen Körpern. Es können hieher allerdings nicht jene Erscheinungen gezogen werden, auf welche die Echtfärberei beruht, da es sich hier meist um unlösliche Niederschläge handelt, welche in der Substanz der Faser hervorgebracht werden, hingegen ist auf die Wirkung der Holzkohle hinzuweisen, welche fast alle Farbstoffe ohne Mitwirkung eines dritten Stoffes zu fixiren im Stande ist, so zwar, dass man ihr dieselben durch Lösungsmittel nur zum geringsten Theile entziehen kann. Bei der Holzkohle handelt es sich zwar um Flächenanziehung, allein es ist die Frage, ob sich die verholzte Faser nicht in mehr als einer Beziehung wie solche verhält. Denn offenbar können die Stoffe in wässeriger Lösung zwischen den Micellen eindringen, gerade so, als wenn es sich um wirkliche, ursprünglich mit Luft erfüllte Zwischenräume handelte, und dann von den Micellen durch Flächenextraction festgehalten werden. Unter den pflanzlichen Membranen haben gerade die verholzten die stärkste Anziehung zu gelösten Stoffen aller Art, und es ist meist nicht leicht, ihnen diese wieder gänzlich zu entziehen. [1] Beim Coniferin handelt es sich aber überhaupt nur um geringe Quantitäten. Einen speciellen Fall sehr starker Anziehung habe ich im Xylophilin kennen gelehrt; aber auch Eiweissstoffe, Hämatoxylin, Cinchonin etc. werden von verholzten Membranen aufgenommen, und das constante Vorkommen fremder Körper in der verholzten Membran wird, wie Wiesner [2] zuerst gezeigt hat, durch das übermangansaure Kali bewiesen. Derselbe fand, dass

[1] Siehe Wigand, „Über das Verhalten der Zellmembranen zu den Pigm.“ B. Ztg. 1862, p. 129 *f*.

[2] Zerstörung der Hölzer und der Atmosphäre. Sitz. Ber. d. Wiener Akad. 49. Bd., I, 1864, p. 61.

sich gewöhnliche Holzzellen mit genanntem Reagens fast sofort gelb färben, während reine Cellulose-Membranen zunächst die Farbe des Reagens annehmen, und sich erst nach einiger Zeit gelb verfärben. Wiesner zeigte weiter, dass reine Cellulosewände mit Zucker, Eiweiss etc. infiltrirt mit genanntem Reagens ebenfalls sofort Gelbfärbung zeigen.

Aus allem Diesem geht hervor, dass namentlich die verholzten Zellmembranen ein eigenthümliches Anziehungsvermögen zu gewissen in Lösung befindlichen Körpern besitzen, das allerdings im Stande ist, ein so eigenthümliches Verhalten, wie es hier vom Coniferin gefordert wird, als möglich erscheinen zu lassen.

IV. Ich will nun im Folgenden Einiges über die Empfindlichkeit der Phenol-Salzsäure-Reaction sagen. Zunächst aber bemerke ich, dass ich durch die Güte der Herren Professoren A. de Bary und R. Fittig einige Proben von Coniferin erhielt, und zwar ganz reines, von Tiemann und Haarmann bereitet, und weniger reines von Schuchardt (Görlitz).

Ich benutzte zu den nun zu schildernden Versuchen etwa 2□cm grosse Stücke von zwei Sorten Filtrirpapier. Die eine Sorte (A) färbte sich mit Anilin-Salzsäure sofort intensiv goldgelb, welche Färbung beim Eintrocknen noch dunkler wurde. Die andere (B) blieb auf dieselbe Weise behandelt, zunächst vollkommen farblos, nach dem Trocknen aber zeigte sie eine schwache, oft kaum bemerkbare gelbliche Färbung. Die erstere Sorte zeigte unter dem Mikroskope zahlreiche Bruchstücke von Holz-Elementen, an welcher die Sorte B sehr arm war. Wurde ein Stück der Sorte A mit Phenol-Salzsäure befeuchtet und der Sonne ausgesetzt, so zeigte sie Coniferin-Reaktion; während B keine Spur einer solchen aufwies. Wurden Stücke von A durch 3—4 Stunden mit mehrmals gewechseltem Wasser ausgekocht, so zeigten sie gewöhnlich keine Coniferin-Reaction mehr, obwohl sie sich mit Anilin-Salzsäure ebenso wie früher goldgelb färbten, zum Beweis, dass durch die Kochoperation, nicht etwa die meist kürzeren verholzten Elemente entfernt worden sind, obwohl die Papierstücke bereits zu zerfallen begannen.

Ich stellte nun Versuche in der Weise an, dass ich Papierstückchen von etwa 2□cm Oberfläche mit zwei Tropfen von Coniferinlösungen befeuchtete und dann trocknete. Die Lösung I

war eine gesättigte, kalte, wässerige Lösung von Coniferin, welche nach den übereinstimmenden Angaben von Kubel, Tiemann und Haarmann 0·51% enthält; ein Theil dieser Lösung wurde auf $^1/_5$ Concentration verdünnt und enthielt daher nur $^1/_{10}$% Coniferin (II. Lösung) und durch weiteres Verdünnen wurden noch Lösungen von $^1/_{20}$ und $^1/_{30}$% Coniferingehalt dargestellt (Lösungen III und IV).

Die so mit Lösungen von 4 verschiedenen Concentrationen befeuchteten Papierstückchen jeder Sorte wurden bei 100° getrocknet, dann mit je einem Tröpfchen Phenol-Salzsäure-Lösung befeuchtet und directem starkem Sonnenlichte ausgesetzt, was alles auch mit anderen Stücken derselben Sorten geschah, die aber nicht mit Coniferinlösungen getränkt worden waren. Hiebei ist zu bemerken, dass die mit den Lösungen getränkten Stücke der Sorte A vorher in angegebener Weise ausgekocht waren.

Nachdem dieselben in wenigen Minuten in der Sonne getrocknet waren, zeigt sich vor allem, dass jene der Sorte B, welchen kein Coniferin zugeführt wurde, keine Spur einer Coniferinreaction aufwiesen. Ganz ebenso verhielten sich die ausgekochten Stücke der Sorte A, die nicht mit Coniferin getränkt worden waren, nur einzelne von ihnen zeigten Spuren von Färbung.

Alle übrigen Stückchen, also auch jene der Sorte A, die nicht ausgekocht worden waren und auch künstlich kein Coniferin erhielten, zeigten wenigstens Spuren von Coniferinreaction, welche Spuren durch directen Vergleich, mit den bei gleicher Behandlung keine Reaction zeigenden festgestellt wurden. Es war die Blaufärbung um so stärker, je concentrirter die angewendete Coniferinlösung war. Zugleich war sie aber bei den holzstoffhaltigen, ausgekochten Stückchen (A) immer stärker, als bei den holzstofffreien (B), woraus zu schliessen ist, dass der Holzstoff die Reaction verstärkt, sich also ähnlich, wie gegenüber der Xylophilinreaction verhält. Beim Coniferin ist diese Verstärkung nicht so auffällig, aber immerhin deutlich. Auch war zu bemerken, dass beim holzstoffhaltigen Papier die Färbung immer früher auftrat, als bei den anderen, und auch weniger rein war. In Folge der Verstärkung der Färbung bei Gegenwart von Holzstoff zeigten sich auch die an diesem reichen Papiere empfindlicher, als die der Sorte B. Jene zeigten noch bei Application

der $^1/_{30}$%haltigen Coniferinlösung eine erkennbare Blaufärbung, was bei den Holzstofflosen nur mehr bei Anwendung der $^1/_{20}$-procentigen Lösung geschah.

Dabei zeigte sich die anziehende Wirkung des Holzstoffes bei A noch darin, dass daselbst die Färbung mehr weniger gleichmässig über die ganze Fläche verbreitet war, während sie bei B nur an den Rändern deutlich wurde, während die Mitte derselben gar nicht gefärbt war.

Die Papiere der Sorte B zeigten ferner eine reine himmelblaue Färbung, die verschieden ist von der, welche man nach der Methode von Tiemann und Haarmann erhält, aber jener ganz ähnlich ist, welche die Hölzer geben. Die Ursache des Unterschiedes liegt aber nur darin, dass die Färbung bei Anwendung der Papiere und bei Hölzern von sehr fein vertheilten blauen Körnchen herrührt, während man nach genannter Autoren Methode eine zusammenhängende email- oder glasartige, durchsichtige Masse erhält, die dunkler blau sein muss.

Bei Anwendung der $^1/_{30}$procentigen Lösung auf das holzstofffreie Papier war auch der Rand nicht mehr blau, aber die ganze Fläche zeigte einen weisslich-blauen Stich, der beim directen Vergleiche mit nicht der Reaction unterworfenen Stücken sofort auffiel.

Die nicht ausgekochten Stücke von A zeigten eine Coniferinreaction, die in der Stärke und Art der Färbung genau mit der übereinstimmte, welche die ausgekochten Stücke derselben Sorte mit der $^1/_{20}$%igen Coniferinlösung gaben. Aus den angegebenen Procentzahlen liessen sich auch Werthe bezüglich der Quantitäten des im Papiere A enthaltenen Coniferins ableiten, welche, wenn auch vielleicht um das Mehrfache vom Richtigen abweichen, wenigstens eine beiläufige Vorstellung von der Grösse des Coniferingehaltes geben können, welcher dem genannten Papiere zukommt.

Jedes Papierstückchen von 2 $\square^{cm}$ Oberfläche wurde mit je 2 Tropfen der Lösungen befeuchtet; 20 dieser wogen etwa ein Gramm, und daher eines 50 Milligr. Es kamen daher auf 1 $\square^{cm}$ Papier 50 Milligr. Lösung von $^1/_2$%, $^1/_{10}$%, $^1/_{20}$% und $^1/_{30}$% Coniferingehalt, was einem Gehalte von 1, $^1/_5$, $^1/_{10}$ und $^1/_{15}$ Milligr. Coniferin pro $\square^{cm}$ entspricht. Da das geprüfte Papier (A) eine

Färbung zeigte, welche der $^1/_{20}$%igen Lösung entsprach, so käme auf jeden □^{cm} etwa $^1/_{10}$ Milligr. Coniferin, das aber nur in den verholzten Membranen des Papiers seinen Sitz hat. Doch ist auf diese Zahl, die mir viel zu gross scheint, der schwankenden Basis wegen kein Werth zu legen.

Jedenfalls geht aus den angeführten Thatsachen hervor, dass die Phenol-Salzsäure-Reaction in der angewendeten Weise ausserordentlich empfindlich ist; denn die geringen Quantitäten von $^1/_5$, $^1/_{10}$ und $^1/_{15}$ Milligr. Coniferin vertheilen sich immer auf eine mindestens $^1/_4$□^{cm} grosse Fläche, welche sie blau zu färben im Stande sind. An jeder einzelnen Stelle, wo die Färbung noch deutlich ist, kann es sich nur um Hundertel und Tausendtel von Milligrammen handeln.

Ich habe in dem Vorhergehenden eine Reihe von Thatsachen zusammengestellt, die mit grosser Bestimmtheit darauf hinweisen, dass das Coniferin, wenn auch vielleicht nur in sehr geringen Mengen, eine viel grössere Verbreitung hat, als man bisher angenommen hat.

Wenn man annimmt, dass in der That alle untersuchten Hölzer Coniferin enthalten, was ich zum Mindesten höchst wahrscheinlich gemacht habe, und damit die Thatsache in Verbindung bringt, dass unter dem Mikroskope alle verholzten Membranen mit Phenol-Salzsäure im Sonnenlichte eine mehr weniger intensive blau- oder spangrüne Färbung zeigen, genau so wie jene Hölzer unter gleichen Umständen, so liegt es nahe anzunehmen, dass das Coniferin überhaupt allen verholzten Membranen eingelagert sei und daher ein constanter Begleiter des Holzstoffes sei.

Da es sich immer nur um geringe Quantitäten handeln kann, welche aber, wie leicht einzusehen ist, wenn sie nur constant auftreten, ebenso gut von physiologischer Bedeutung sind, wie grössere Quantitäten, so kann ein ganz sicherer Beweis kaum geliefert werden. Dies würde erst dann der Fall sein, wenn es gelänge, Coniferin aus sehr verschiedenartigen verholzten Membranen in wägbaren Quantitäten darzustellen. So lange indess nicht der entgegengesetzte Beweis geliefert ist, muss, voraus-

gesetzt, dass die untersuchten Hölzer wirklich Coniferin enthalten, der Schluss bezüglich einer Beziehung dieses Stoffes zum Holzstoff überhaupt nothwendigerweise gemacht werden. Denn es ist in keiner Weise möglich, dass nur der im Holze befindliche Holzstoff von Coniferin begleitet sei, und der ausserhalb der Gefässbündel entstehende nicht, da schon das constante Auftreten in den verholzten Membranen des Holzkörpers vollkommen genügen würde, um mit unzweifelhafter Gewissheit darzuthun, dass eine bestimmte (jedenfalls chemische), bei der Entstehung des Lignins wirkende Ursache dasselbe bedingt. Wenn daher nur das constante Vorkommen im Holzkörper unzweifelhaft wäre, was sich vielleicht makrochemisch entscheiden liesse, so wäre das Auftreten von Coniferin als Nebenproduct bei der Entstehung des Lignins zweifellos, und daher ebenso das allgemeine Vorkommen in allen verholzten Membranen.

Und damit wäre, vorausgesetzt, dass das Lignin aus Cellulose entsteht, ein Schritt zur chemischen Erkenntniss des ersteren gethan, da bekanntlich die Constitution des Coniferins ziemlich vollständig klar gelegt ist. Nur dieser wichtige Gesichtspunkt veranlasste mich zu der gegebenen Mittheilung, wohl wissend, nirgend unanfechtbare Beweise geliefert, aber immerhin einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erlangt zu haben.

Nachträgliche Bemerkung.

Bezüglich der chemischen Natur des Xylophilins sei bemerkt, dass ich schon in Strassburg, aufmerksam gemacht durch das Verhalten von Phenol und Salzsäure gegen die verholzte Zellmembran, mein Augenmerk auf die zwei- und dreiwertigen Phenole (Hydrochinon, Resorcin, Brenzkatechin, Phloroglucin- und Pyrogallussäure) gelenkt hatte, und vornehmlich auf das Phloroglucin, dessen reichliches Vorkommen bei Amygdaleen mir durch Rochleder's Arbeiten über *Prunus acida* bekannt war. Ich erkannte in der That, dass Resorcin, Brenzkatechin und Pyrogallussäure, mit Salzsäure und verholzten Zellmembranen Färbungen dieser ergeben, die aber zu wenig ausgesprochen und rein waren, um als brauchbare Holzstoffreagentien benützt werden zu können. Phloroglucin und Hydrochinon standen mir leider nicht zur Verfügung. Professor Wiesner fand nun in der That, dass das Xylophilin ein Gemenge von Phloroglucin und Brenzkatechin ist. Es kann daher Xylophilin-Extract vortheilhaft durch Phloroglucin ersetzt werden.

XXIV. SITZUNG VOM 16. NOVEMBER 1877.

Der Präsident gibt Nachricht von dem Ableben des wirklichen Mitgliedes der kaiserl. Akademie Herrn Regierungsrathes Directors Dr. Carl v. Littrow, welches laut eines Telegramms aus Venedig am heutigen Tage dort erfolgte.

Die anwesenden Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Das k. k. Ministerium des Innern macht mit Note vom 14. November der Akademie im Nachhange zu den bereits bekannt gegebenen Beobachtungsresultaten über die Eisverhältnisse des Winters 1876/7 an der Donau in Oberösterreich die Mittheilung, dass in diesem Winter im Donaustrome des Kronlandes Niederösterreich nur in der Zeit vom 28. bis 31. December 1876 ein Eisrinnen in der Ausdehnung von 0·2 Strombreite stattgefunden hat, dass daher für dieses Gebiet wegen geringfügiger Eisbildung graphische Darstellungen nicht angefertigt wurden.

Der n.-ö. Landesausschuss dankt im Namen der beiden Landes-Lehrerseminare zu St. Pölten und Wiener-Neustadt für die Betheilung dieser Anstalten mit dem akadem. Anzeiger, und die Präfectur der National-Bibliothek zu Florenz für den bewilligten Austausch der Sitzungsberichte gegen die „Memorie" des dortigen Istituto di perfezionamento per gli studii superiori.

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung: „Untersuchungen über das Ortsbewusstsein und dessen Beziehung zur Raumvorstellung."

Das w. M. Herr Director Dr. J. Hann übergibt eine Abhandlung: „Über die Temperatur von Wien nach 100jährigen Beobachtungen."

Herr Prof. Dr. H. W. Reichardt legt eine Abhandlung vor: „Beitrag zur Phanerogamenflora der hawaiischen Inseln."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Bulletin. Tome XXIV. Nr. 1. St. Pétersbourg, 1877; 4°.

Accademia R. dei Lincei. Atti: Anno CCLXXIV, 1876—77. Serie terza. Transunti. Vol. I° fascicolo 7°. Roma, 1877; 4°. — Anno XXX. sessione III^a. Roma, 1877; 4°.

Akademie der Wissenschaften, ungarische: Értekezések a mathematikai tudományok köréből. IV. Kötet Nr. 3, 4, 6—9. Budapest, 1876; 8°. V. Kötet Nr. 1—6, und 8—10; Budapest, 1876—77; 8°.

— — — Évkönyvei. 14. Kötet, VIII. Theil. Budapest, 1876; 4°. — 15. Kötet I—V. Theil. Budapest, 1877; 4°.

— — — Almanach 1877re. Budapest, 1877; 8°.

— — — Értekezések a természettudományok köréből. VII. Kötet. Nr. 3—14 & 16. Budapest, 1876—77; 8°.

— — — Értesitöje. X. Jahrgang, Nr. 7—15. Budapest, 1876; 8°. — XI. Jahrgang, Nr. 1—11. Budapest, 1877; 8°.

— — — A különbözeti árszabályok jogosultsága és hatása, von György Endre. Budapest, 1876; 8°. — A must és bor von Dr. Csanády Gusztáv. Budapest, 1876; 12°. — A Dunai trachytcsoport jobbparti részének, von Dr. Koch Antal. Budapest, 1877; 8°. — IV. Icones selectae hymenomyceptum Hungariae, von Kalchbrenner Károly. Budapest, 1877; Folio.

— gemeinnütziger Wissenschaften, königliche zu Erfurt: Jahrbücher. N. F. Hefte VIII u. IX. Erfurt, 1877; 8°.

Annales des mines. VIIe Série. Tome XII. 4e Livraison de 1877. Paris, 1877; 8°.

Breslau, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus den Jahren 1876—77. 4° & 8°.

Bureau, k. statistisch-topographisches: Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. Jahrgang 1876. 1.—4. Heft. Jahrgang 1877, 3. Heft. Stuttgart, 1877; 4⁰.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1874. 3., 4., 7. u. 10. Heft. Wien, 1877; 8⁰. — Jahr 1875, 5. Heft. Wien, 1877; 8⁰. — Jahr 1876, 1. Heft. Wien, 1877; 8⁰.

Clausius, R.: Die Potentialfunction und das Potential. Leipzig, 1877; 8⁰.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV, Nr. 18. Paris, 1877; 4⁰.

Gesellschaft, k. k. der Ärzte in Wien: Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1877. 3. u. 4. Heft. Wien, 1877; 8⁰.

— historische, des Künstlervereins: Bremisches Jahrbuch. IX. Band. Bremen, 1877; 8⁰.

Handels-Ministerium, k. k. statistisches Departement: Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr. XIII. Bd. 1. u. 2. Heft. Wien, 1877; 8⁰.

Lyceum of natural history in the city of New York: Proceedings. March 10th to June 2d 1873, October 6th to December 22d 1873. New York, 1877; 8⁰. January 5th to June 1st, 1874. New York, 1874; 8⁰.

Meyer, A. B. Dr.: Mittheilungen aus dem zoologischen Museum zu Dresden. 2. Heft; mit Tafel V—XXV. Dresden, 1877; gr. 4⁰.

Militär-Comité, k. k., technisch-administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1877. 6.—10. Heft. Wien, 1877; 8⁰.

Nature. Vol. XVII. Nr. 419. London, 1877; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1877. XXVII. Band. Wien, 1877; 4⁰. — Abhandlungen: „Über österreichische Mastodonten und ihre Beziehungen zu den Mastodonten Europas“, von Michael Vacek. Wien, 1877; 4⁰.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. 2me Série, VIIme Année. Nr. 19. Paris, 1877; 4⁰.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Dispensa 8ª, 9ª & 10ª. Palermo, 1877; Folio.

— italiana di Antropologia e di Etnologia: Archivio. VII. Volume, fascicolo II⁰. Firenze, 1877; 8⁰.

Society, the Royal Geographical of London: Proceedings. Vol. XXI. Nr. 6. London, 1877; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 45. Wien, 1877; 4⁰.

Beitrag zur Phanerogamenflora der hawaiischen Inseln.

Von Prof. Dr. **H. W. Reichardt.**

Dieser Aufsatz schliesst sich an den Beitrag zur Kryptogamenflora der hawaiischen Inseln an, welchen ich im Mai dieses Jahres der hohen Classe vorzulegen die Ehre hatte.[1] Er enthält die Bearbeitung jenes Theiles der Phanerogamen, welchen Herr Dr. Wawra Ritter von Fernsee von dem genannten Archipel mitbrachte, aber nicht selbst in seinen Beiträgen zur Flora der hawaiischen Inseln determinirte.[2] Die vorliegende Abhandlung umfasst somit die Gramineen und Cyperaceen.

Weil das Nöthige über den Aufenthalt Dr. v. Wawra's auf den Sandwich-Inseln bereits in meinem oberwähnten Aufsatze mitgetheilt wurde, weil ferner die Phanerogamenflora des hawaiischen Archipels sowohl in ihren allgemeineren pflanzengeographischen Verhältnissen, als auch in ihren einzelnen Vertretern namentlich von Horace Mann[3] und Grisebach[4] geschildert wurde, so dürfte es genügen, dem speciellen Theile dieser Abhandlung nur einige einleitende Bemerkungen vorauszusenden.

Was zunächst die Zahl der Arten aus den beiden genannten Ordnungen in Dr. v. Wawra's Sammlung anbelangt, so sei hervorgehoben, dass dieselbe keine sehr bedeutende ist; denn von Glumaceen finden sich in ihr 37 Species, von welchen 24 auf die Gräser, 13 auf die Halbgräser entfallen. Trotzdem liefert die bearbeitete Collection manches Neue für die Flora der Sandwich-

---

[1] Sitzungsber. d. k. Akademie d. W. Math.-naturwiss. Classe, 1. Abth., Bd. LXXV, pag. 553.

[2] Regensburg. botan. Zeitschr. Flora, Jahrg. 1873—75.

[3] Analysis of Hawaiian Flora in Mem. of Boston Soc. of Natural Hist. I. (1868) p. 533—542. — Enumeration of Hawaiian Plants in Proceed. of Amer. Acad. of Arts and Scienc. VII. (1868) p. 143—222.

[4] Vegetat. d. Erde. II, p. 527 u. w.

Inseln. Dies gilt namentlich von den Gramineen; denn die Gräser des genannten Archipels sind sehr unvollständig gekannt, weil sich über sie in den älteren botanischen Werken nur vereinzelnte Angaben finden, weil sie ferner in Mann's Enumeratio nicht berücksichtigt werden konnten. [1] Dem entsprechend erwiesen sich bei der Untersuchung auch mehrere Arten (zwei *Panica*, eine *Festuca*) als unbeschrieben. Weniger Neues ergaben die Cyperaceen, welche in Mann's Aufzählung bearbeitet wurden; [2] doch fand sich auch unter ihnen eine noch nicht bekannte Cyperus-Art vor. Schliesslich sei noch hervorgehoben, dass Dr. v. Wawra's Sammlung für die Specialkenntniss der hawaiischen Flora von Wichtigkeit ist; denn sie liefert eine Reihe bisher unbekannter Fundorte namentlich von den Inseln Kauai und Maui, durch welche unsere Kenntnisse über die Vertheilung der einzelnen Pflanzenarten auf den verschiedenen Eilanden des hawaiischen Archipels wesentlich vervollständigt werden.

GRAMINEAE.

Paspalum Linn.

P. consanguineum Kunth Enum. plant. I. p. 46. — Steudel Synops. plant. glum. I. p. 31. — *Digitaria consanguinea* Gaudich. in Freycin. Voy. autour du monde, Botan. p. 410.

Maui; auf Bergen um Waihee an freien, trockenen Stellen in einer Meereshöhe von beiläufig 500 Meter Nr. 1821.

Panicum Linn.

P. (Virgaria) Beecheyi Hook. in Botan. of Cap. Beechey's Voyage, p. 100.

Maui; am Seeufer nächst Waihee. Nr. 1804. Kauai; am Meeresstrande um Kealea. Nr. 2037.

P. (Virgaria) maximum Jacqu. Collect. I. p. 76. — Id. Icon. plant. rar. I. t. 13. — Swartz Flor. Ind. occ. I. p. 170. — Steud. Syn. pl. glum. I. p. 72. — *P. jumentorum* Pers. Syn. I. p. 83. — Kunth Enum. pl. I. p. 101.

---

[1] L. c. p. 211.

[2] L. c. p. 207—210.

Diese in Ost- und West-Indien vielfach cultivirte Art findet sich auch häufig in den Gärten von Honolulu. Nr. 2430.

P. (Virgaria) Havaiense n. sp. Perenne; culmi geniculato-erecti, 1 m. et ultra alti, simplices, teretes, asperuli, crassitie pennae corvinae, internodiis 5—9 cm. longis, nodis plus minus patenti-pilosis. Foliorum vagina internodiis aequilonga, laminâ brevior pilosa; ligula brevis, in pilorum seriem lacerata; lamina patula, linearis, longe acuminata, 2—3 dm. longa, 1—2 cm. lata, plana, multinervis, nervo medio prominente, glabra, margine pilis longioribus ciliata. Panicula erecta, patula, 15—20 cm. longa, radiis filiformibus, glabris, 7—11 cm. longis, superne laxe et rariuscule ramulosis, pedicellis 3—5 mm. longis, glabris. Spiculae ovoideae, acutae, apertae, e fusco purpureae, 2 mm. longae. Glumae tres, inaequales; inferior ovato-lanceolata, acuta, compresso-carinata, ad carinam hispidula, quinquenervis, 1·5 mm. longa; duae superiores lanceolatae, 2 mm. longae, acutae, septemnerves, nervo medio excurrente, dorso apicem versus denticulatae. Valvulae subaequales, coriaceae, ovales, 1·5 mm. longae, obtusae, glaberrimae, pallidae, enerves. Lodiculae ovatae, acuminatae, 0·3 mm. longae. Antherae lineares, atropurpureae. Ovarium oblongum, 0·6 mm. magnum, glabrum; styli duo, stigmata dense plumosa. Caryopsis . . . . .

Oahu: auf dem Lihue nahe dem Gipfel: Nr. 2215. Maui; auf dem Haliakala an trockenen Abhängen. Nr. 1868.

Das *Panicum Havaiense* ist am nächsten verwandt mit dem in Neu-Holland einheimischen *P. effusum* R. Br. (Prodrom. florae Nov. Holland. I. p. 191. — Kunth Enum. plant. I. p. 123. — Trin. Icon. gramin. III. t. 244. — Steudel Synops. plant. glum. I. p. 74.), unterscheidet sich aber von demselben durch die glatten, nur am Rande wimperig behaarten Blätter, durch die bräunlich-rothen Ährchen, durch die eiförmigen oder lanzettlichen 5- oder 7nervigen Balgklappen, ferner durch die nervenlosen Spelzen, endlich durch die eiförmigen, zugespitzten Blüthenschüppchen so auffallend, dass an eine Verwechslung beider Species nicht leicht gedacht werden kann.

P. (Virgaria) pellitum Trin. in Mém. de l'Acad. de St. Petersb. sér. VI. tom. I. (1831), p. 198. — Idem Panic. gen. retract. l. c. sér. VI. tom. III. (1833), p. 283. — Nees ab Esenb.

in Nov. Act. Acad. Leop. Carol. XIX. Suppl. I (1843), p. 169. — Kunth Enum. plant. I. p. 133. — Steudel Synops. plant. glum. I. p. 78.

β *Pseudagrostis* Trin. Panic. gen. retractata l. c. — Nees ab Esenb. l. c. — *Panicum Pseudagrostis* Trin. in Mart. Flor. Brasil. II. p. 149.

Maui; in einer Meereshöhe von 100—300 M. weite Strecken des Flachlandes bedeckend. Nr. 1918.

P. (Virgaria) gossypinum Hook. in Botan. of Cap. Beechey's Voy. p. 100.

Maui; Im Flachlande ähnlich wie *P. pellitum* Trin. weite Strecken überziehend. Nr. 1925.

P. (Virgaria) nubigenum Kunth. Enum. plant. I. p. 98. — *Panicum montanum* Gaud. in Freycin. Voy. autour du monde Botan. p. 411. t. 26. (nec *P. montanum* Roxburgh Flor. Ind. I. p. 315.)

Kauai: Nr. 2038.

P. (Miliaria) capillare Linn. Spec. plant. ed. I. 86. — Roem. et Schult. Syst. II. p. 435. — Host Icon. gramin. IV. t. 16. — Kunth Enum. plant. I. p. 114. — Trinius Panic. gen. retract. in Mém. de l'Acad. de St. Pétersbourg. VI. sér. III. (1833), p. 291. — Steudel Syn. plant. glumac. I. p. 83. — Hook. in Botan. of Cap. Beechey's Voy. p. 100.

Kauai; um den Wasserfall von Halemanu unter Koabäumen. Nr. 2101.

P. (Miliaria) Cynodon n. sp. Perenne, dense caespitosum; culmi basi procumbentes stoloniformes, dein assurgentes, 18—24 cm. longi, teretes, striati, glabriusculi, simplices, vel ex axillis foliorum inferiorum hinc inde ramosi, internodiis infimis abbreviatis, superioribus 1—2 cm. longis, nodis glabris. Foliorum vagina laxa, internodio paulo longior, striata, pilis brevibus scaberula; ligula in pilorum seriem lacerata, brevis; lamina patens, rigida, lineari-lanceolata, 3—5 cm. longa, 4—5 mm. lata, acuta, plana (vel siccando marginibus parum involuta), multinervis, nervo medio non prominente, ut vagina scaberula, demum glabrata, sursum decrescens. Panicula parva contracta, 3—5 cm. longa, 5—8 mm. lata, radiis rhachidi pilosae adpressis, filiformibus, glabriusculis, 15—20 mm. longis, parce ramulosis, pedicellis 2—3

mm. longis. Spiculae ovoideae, 3 mm. longae, obtusae, e viridi purpureo-violascentes. Glumae inaequales, glabrae; inferior ovata, acuta, compresso-carinata, quinquenervis, 1·5 mm. longa; duae superiores lanceolatae, 3 mm. longae, acutae, septemnerves. Valvulae subaequales, coriaceae, pallidae, ovales, obtusae, glaberrimae, enerves, 2 mm. longae. Lodiculae ovatae, acutae, 0·5 mm. longae. Antherae lineares, atropurpureae. Germen ovoideum, 0·7 mm. longum, glabrum; styli discreti, stigmatibus dense plumosis

Kauai; um Halemanu auf sonnigen trockenen Anhöhen. Nr. 2129.

Eine auffallende Art, welche durch die ausläuferartigen Halme mit kurzen, steifen, abstehenden Blättern habituell an *Cynodon Dactylon* Pers. erinnert. Unter den Species der Sippe *Miliaria* steht das *Panicum Cynodon* dem Ostindien und Mauritius bewohnenden *P. umbellatum* Trin. [Dissert. II. p. 178, et Panicear. genera retractat. im Mém. de l'acad. imp. de St. Pétersb. Sér. VI. tom. III (1833), p. 299. — Steudel Syn. plant. glum. I. p. 85] am nächsten, unterscheidet sich aber von ihm leicht durch die viel breiteren, steifen Blätter, durch die zusammengezogene Rispe, durch die bedeutend grösseren Ährchen, endlich durch die 5- oder 7nervigen Balgklappen.

Cenchrus Linn.

C. agrimonioides Trin. Dissert. II. de Gram. in Mém. de l'Acad. imp. de St. Pétersb. Sér. VI. tom. I. p. 72. — Id. Panicear. gen. retract. l. c. sér. VI. tom. III. p. 174. — Steud. Syn. plant. glumac. I. p. 110. — *C. fusiformis* Nees ab Esenb. in Nov. Act. Acad. Leop. Carol. XIX. Suppl. I (1843), p. 161.

Maui; nicht häufig an freien, felsigen Stellen der Berge um Waihee. Meereshöhe ungefähr 1000 M. Nr. 1808.

Chloris Sw.

Ch. radiata Sw. Flor. Ind. occid. I. p. 201. — Willd. Spec. plant. IV. p. 925. — Humb. Bonpl. et Kunth Nov. gen. plant. I. p. 166. — Kunth Rev. des Gramin. II. p. 529. t. 179 et Enum. plant. I. p. 265. — Steud. Synops. plant. glumac. I. p. 205.

Oahu; um Honolulu. Nr. 2476.

Diese in Westindien einheimische, dort allgemein verbreitete Art kommt auf den hawaiischen Inseln gewiss nur eingeführt vor.

Aira Linn.

A. (*Deschampsia*) *australis*. Nees ab Esenb. in Steud. Syn. plant. glum. I. p. 220.

Maui, auf dem Haliakala um den Rand des Kraters. Nr. 1894.

Trisetum Pers.

T. glomeratum Trin. in Steud. Syn. plant. glum. I. p. 229. — Kunth Rev. des Gramin. III. p. 663, t. 219. — Idem Enum. plant. I. p. 526 et Supplem. p. 318.

Maui: Im Krater des Haliakala auf Lavablöcken. Nr. 1899.

Festuca Linn.

F. Sandvicensis n. sp. Perennis; culmi erecti, teretes, glabri, circiter 1 m. alti, internodiis 6—8 cm. longis, nodis fuscis. Foliorum vagina striata, glabra; ligula brevissima, vix 1 mm. longa, membranacea, lacera; lamina linearis, 3—5 dm. longa, angustissima, 4—5 mm. lata, acuta, plana, supra glabra, infra sub lente secundum nervos scabriuscula, laete virens. Panicula 15—20 cm. longa, erecta, patens, ramis primariis verticillatis, quinis — octinis, filiformibus, 5—8 cm. longis, basi nudis, apice divisis. Rhachides rhacheolaeque sub lente pilosiusculae. Spiculae patulae, 8—10 mm. longae, 4—5 mm. latae, pallide virides, 5—9 florae. Glumae lanceolatae, acutae, trinerves, flosculis breviores, inaequales, exterior 2, interior 3 mm. longa. Valvula inferior lineari-lanceolata, 4 mm. longa, trinervis, dorso ad margines et secundum nervum medianum ciliata, acuta, non aristata, apice hyalino-membranacea; valvula superior inferiori similis, sed paulo brevior teneriorque, bicarinata, binervis. Lodiculae membranaceae, apice bilobae. Androeceum trimerum; filamenta brevia, antherae lineares, flavae, 1 mm. longae. Germen ovoideum, 1 mm. magnum, styli breves, stigmata dense plumosa. Caryopsis . . . .

Kauai; um Halemanu an offenen, humusreichen Stellen der Thäler. Nr. 2124, 2143.

Die *Festuca Sandricensis* steht der in Valdivia einheimischen *F. insularis* Steudel (Synops. plant. glumac. I. p. 312) am nächsten; unterscheidet sich aber von ihr durch niedrigeren Wuchs, kürzere, flache Blätter, die aufrechte Rispe, die hellgrünen, kleineren Ährchen, namentlich aber die nicht begranuten, gegen die Spitze zu häutig durchscheinenden, auf dem Rücken längs der Ränder und des Mittelnervs gewimperten Spelzen. Eine zweite ähnliche Art ist die Nord-Amerika bewohnende *Festuca nervosa* Hook. (Flora boreali-americana II. p. 252, t. 232). Dieselbe hat aber einen kriechenden Wurzelstock, Bälge, welche eben so lang sind als die Blüthen, ferner fünfnervige, an der ganzen Rückenfläche behaarte, äussere und zweitheilige innere Spelzen.

Eragrostis Pal. de Beauv.

E. poaeoides. Pal. de Beauv. Essay d'une nouv. Agrostogr. p. 71, t. XIV. f. 11. — Trin. in Mém. de l'acad. de St. Pétersb. VI. Sér. I. p. 404. — Steudel Synops. plant. glumac. I. p. 263. — *Poa Eragrostis* et *P. megastachya* Kunth Enum. plant. I. p. 332 et 333. — *Eragrostis minor* et *major* Host. Gram. II. t. 69 et IV. t. 24.

Diese in Europa, Asien und Nord-Amerika einheimische Art kommt eingeführt auf wüsten Plätzen um Honolulu vor. Nr. 2274.

Die von Wawra gesammelten Exemplare stehen in der Mitte zwischen den von Trinius l. c. unterschiedenen Varietäten, denn sie haben den niederen Wuchs der Varietät *α minor*, dagegen aber die grösseren, mehrblüthigen Ährchen der Varietät *β major*.

E. variabilis. Gaud. in Freycin. Voy. aut. du monde, p. 408. — *Poa variabilis* Kunth Revis. des Gram. II. p. 345, t. 187. et Enum. plant. I. p. 338.

α major Gaud. l. c. — Kunth l. c.

β minor Gaud. l. c. — Kunth l. c. — *Eragrostis Wahowensis* Trin. in Act. Petropol. Sér. VI, I. (1830), p. 412. — Nees ab Esenb. in Nov. Act. acad. Leop. Carol. XIX. Suppl. I. (1843), p. 172. — Steud. Synops. plant. glum. I. p. 379.

Diese auf den Sandwich-Inseln in der Bergregion weitverbreitete Art sammelte in beiden Varietäten Dr. v. Wawra an folgenden Localitäten:

Oahu: Im Nuanu-Thale, Nr. 1976. Maui: Auf kahlen Berglehnen in einer Meereshöhe von beiläufig 600 M. Nr. 1949, 1950.

E. equitans Trin. in Mém. de l'Acad. de St. Pétersb. Sér. VI, I. p. 413. — Steud. Synops. plant. glum. I. p. 279.

Kauai. Um Halemanu auf trockenen, baumlosen Anhöhen weite Strecken in dichten Büschen überziehend. Nr. 2142.

Bambusa Schreb.

B. vulgaris Schrad. in Wendland coll. plant. II. p. 26. t. 47. — Roem. et Schult. Syst. VII, 2. p. 1337. — Rupr. Monogr. Bambus. in Act. Acad. caes. Petropol. Ser. VI. t. V. 2. (1839) p. 47, t. XI. f. 47. — Steud. Syn. pl. glum. I. p. 320. — Munro Monogr. of Bambus. in Trans. of Linn. Soc. XXVI. (1866), p. 106.

Oahu; um Honolulu. Nr. 2276. Eingeführt. Das vorliegende einzige Exemplar ist steril, daher kann die Bestimmung als keine ganz sichere gelten.

Nach Tagebuchnotizen Dr. v. Wawra's kommt auf Kauai zwischen Wailue und Waialeale eine leider nicht gesammelte Bambusaceen-Art (vielleicht *Schizostachyum glaucifolium* Munro l. c. p. 137. — *Bambusa glaucifolia* Rupr. l. c. p. 58) häufig vor.

Rottboellia Linn. fil.

R. exaltata Linn. fil. Suppl. p. 114. — R. Br. Prodr. flor. Nov. Holl. I. p. 206. — Roxb. Flor. Ind. I. p. 355 et Coromand. pl. II. p. 30, t. 157. — Kunth Enum. plant. I. p. 466. — Steud. Syn. plant. glumac. I. p. 360.

In Ostindien und Neu-Holland einheimisch; auf den hawaiischen Inseln eingeführt und in Gärten um Honolulu cultivirt. Nr. 2455.

Androscepia Brongn.

A. gigantea Brongn. in Duperrey Voy. I. p. 78. — Kunth Enum. plant. I. p. 484. — Steudel Synops. plant. glum. I. p. 402. — *Anthistiria gigantea* Cavanill. Icon. V. p. 36, t. 458.

Diese auf Ostindien, Java, den übrigen molukkischen Inseln und den Philippinen allgemein verbreitete Art wurde nach den hawaiischen Inseln eingeführt und kommt in Gärten um Honolulu häufig cultivirt vor. Nr. 2479.

Apluda Linn.

A. mutica Linn. Spec. 1487. — Willd. Spec. IV. p. 938. — Lam. Illustr. IV. t. 841, f. 1. — Brongn. in Duperrey Voy. I. p. 75. — Kunth Enum. plant. I. p. 516. — Steudel Syn. plant. glum. I. p. 403. — *Calamina mutica* Pal. Beauv. Essay d'un nouv. Agrostogr. p. 129, t. XXIII, f. 1.

Auch diese in Ostindien einheimische Art wurde auf den Sandwich-Inseln eingeführt und ist gegenwärtig in den Gärten Honolulu's häufig. Nr. 2453.

Andropogon. Linn.

A. (Sorghum) Sorghum Brot. Flor. Lusit. I. p. 88. — Humb. et Bonpl. Nov. gen. pl. I. p. 190. — Kunth Enum. pl. I. p. 501. — Steud. Syn. plant. glum. I. p. 393. — *Holcus Sorghum* Linn. sp. 1484. — *Sorghum vulgare* Pers. Syn. I. p. 101. — Host Gram. IV. p. 1. t. 2. — Nees ab Esenb. in Nov. Act. Acad. Leop. Carol. XIX. Supplem. I (1843), p. 171.

In Ostindien einheimisch; auf den hawaiischen Inseln eingeführt und schon seit längerer Zeit cultivirt. Nr. 2428.

A. (Sorghum) niger Kunth Gramin. I. p. 164. — Id. Enum. plant. I. p. 501. — Steudel Syn. plant. glumac. p. 393. — *Holcus niger* Gmel. Syst. I. p. 174. — *Sorghum nigrum* Roem. et Schult. Syst. II. p. 837.

Auch diese eingeführte Art wird in den Gärten Honolulu's häufig cultivirt. Nr. 2429.

A. (Heteropogon) contortus Linn. Spec. 1480. — Linn. fil. Supplem. p. 432. — Willd Spec. IV. p. 904. — Kunth Enum. pl. I. p. 486. — Steud. Syn. plant. glumac. I. p. 367. — Roxburgh. Flor. Ind. or. I. p. 253. — *Heteropogon Roxburghii* Walk. Arn. et Nees ab Esenb. in Wight Cat. nr. 2321. — Nees ab Esenb. in Nov. Act. Acad. Leop. Carol. XIX. Suppl. 1. (1843) p. 171 et 183.

Kauai; um Halemanu. Nr. 2145.

Diese in den Tropen der alten und neuen Welt weit verbreitete Art scheint auch auf den hawaiischen Inseln nicht selten zu sein, denn sie wurde, wie Nees von Esenbeck l. c. berichtet, schon von Meyen auf Oahu gesammelt.

CYPERACEAE.

Carex Mich.

C. Sandvicensis Boeckeler in Regensburg. Bot. Zeitschrift Flora, LVIII. (1875), p. 265.

Maui; in Wäldern an schattigen humusreichen Stellen dichte, 1 M. hohe Rasen mit arg schneidenden Blättern bildend. Nr. 1935. Kauai; auf dem dritten Plateau des Waialeale an buschigen Stellen. Nr. 2161.

C. Wahuensis C. A. Meyer Mém. présent. à l'Acad. imp. de St. Petersb. par div. savants I. (1838) p. 218. t. 10. — Kunth Enum. plant. II. p. 515. — Steudel Syn. plant. glumac. II. p. 206. — Boott Illustr. of the gen. *Carex* III. p. 111, t. 351—54. — Hor. Mann in Proceed. of Amer. Acad. VII. (1868), p. 211. — Boeckeler in Linnaea XLI. (1877), p. 278.

Oahu; in Lihuethale, Nr. 2213. Kauai; in feuchten Wäldern um den Wasserfall von Halemanu, Nr. 2083.

Oreobolus R. Br.

O. furcatus Hor. Mann in Proceed. of Amer. Acad. VII. p. 210.

Kauai: Auf dem Plateau des Waialeale in sehr dichten Polstern ausgedehnte Strecken überziehend. Nr. 2178.

Gahnia Forst.

G. Beecheyi Hor. Mann in Proceed. of Amer. Acad. VII (1868), p. 210.

Oahu; häufig im Luliehithale und daselbst dichte Büsche bildend. Nr. 1768.

Vincentia Gaud.

V. angustifolia Gaud. in Freycin. Voy. autour du mond. Bot. p. 417. — Hook. in Beechey's Voy. Bot. p. 98. — Kunth. Enum. plant. II. p. 314. — Steud. Syn. plant. glum. II. p. 156. — Hor. Mann in Transact. of Amer. Acad. VII. (1868), p. 209. — Boeckeler in Linnaea XXXVIII. (1874), p. 248.

Oahu. Nr. 1703.

Baumea Gaud.

B. Meyenii Kunth Enum. plant. II. p. 314. — Nees ab Esenb. in Nov. Act. Acad. Leop. Carol. XIX. Suppl. I. p. 114. — Steud. Synops. plant. glum. II. p. 156. — Hor. Mann in Proceed. of Amer. Acad. VII. (1868), p. 209. — Boeckeler in Linnaea XXXVIII. (1874), p. 240.

Oahu; in lichten Wäldern (Meereshöhe 600 M.). Nr. 2523. Kauai; auf den Abhängen des Pohokupili in einer Seehöhe von 750 M. Nr. 2055.

Rhynchospora Vahl.

Rh. lavarum Gaud. in Freycin. Voy. autour du monde, p. 415. — Presl Reliqu. Haenkean. I. p. 124. — Hooker in Botan. of Beechey's Voy. p. 98. — Kunth Enum. plant. II. p. 298. — Nees ab Esenb. in Nov. Act. Acad. Leop. Carol. XIX. Suppl. I. p. 109. — Steud. Syn. plant. glumac. II. p. 148. — Hor. Mann in Proceed. of Amer. Acad. VII. (1868), p. 209. — Boeckeler in Linnaea XXXVII. (1871), p. 584.

Oahu; an karg begrasten Stellen in einer Meereshöhe von 300 M., nicht häufig. Nr. 1653. Maui; zerstreut auf ähnlichen Plätzen in einer Seehöhe von 1000 M. Nr. 1951.

Diese Art ist auf den Sandwich-Inseln allgemein verbreitet und steht der *Rh. laxa* R. Br. sehr nahe.

Fimbristylis Vahl.

F. glomerata Nees ab Esenb. in Linnaea IX. (1834), p. 290. — Idem in Mart. Flor. Brasil. fasc. III. p. 77. — Kunth Enum.

plant. II. p. 246. — Steudel Syn. plant. glumac. II. p. 120. — Boeckeler in Linnaea XXXVII. (1871), p. 47. — *Isolepis glomerata* Schrad. in Schult. mant. II. p. 67.

Maui; auf Sandhügeln. Nr. 1968.

Cyperus L.

C. (Mariscus) Havaiensis. Hor. Mann in Proceed. of Amer. Acad. VII. (1868), p. 209.

Kauai; in der Koa-Region auf trockenen Hügeln um den Wasserfall von Halemanu. Nr. 2098.

C. (Diclidium) Wawraeanus n. sp. Viridis, glaber. Culmi 1 m. et ultra alti, triquetri, spongiosi. Folia basilaria coriacea, linearia, plana, 6—7 dm. longa, 15—20 mm. lata, longe angustato-acuminata, multinervia nervo medio subtus prominente, ad margines sub lente serrulato-scaberula. Umbellarum involucra 4—8 phylla; folia involucralia foliis basilaribus similia, sed breviora angustioraque, 3—4 dm. longa, 1 cm. lata. Umbellae valde explanatae, decompositae, 4—8 radiatae; radii primarii patentes, robusti, ancipites, saepius elongati, 7—11 cm. longi. Umbellulae 5—8 radiatae; radii secundarii erecto-patentes, 5—7 cm. longi, involucella lanceolato-linearia, 10—15 mm. longa, 2—3 mm. lata. Spicae 3—4 cm. longae, 2—3 cm. latae, spiculas permultas gerentes. Spiculae patentissimae, lineares, teretiusculae, acutae, 8—18 mm. longae, 6—10 florae; squamae membranaceae, remotae, patulae, oblongo-ellipticae, apice retusae et mucronulatae, quinquenerves, stramineo-fuscescentes, secundum nervum medianum prominentem viride striatae; rhacheolarum internodia 2 mm. longa, eorum alae hyalino-membranaceae, lineari-oblongae, apice acutae. Filamenta brevia, pallida; antherae fuscae, 3 mm. longae. Germen trigonum, 2 mm. longum, viride; stylus filiformis, germen aequans; stigmata filiformia, exserta. Caryopsis . . .

Oahu; im Kaalagebirge an trockenen Orten. Nr. 2255.

Diese Art steht dem ebenfalls auf den Sandwich-Inseln vorkommenden *Cyperus auriculatus* Nees et Meyen (in Linnaea IX [1835], p. 285. — Kunth Enum. plant. II. p. 83. — Steudel Syn. plant. glumac. II. p. 44. — Boeckeler in Linnaea XXXVI. [1869], p. 408) am nächsten, unterscheidet sich aber von ihm durch

niedrigeren Wuchs, durch kürzere, schmälere, flache, nicht gekielte Laubblätter, durch grössere, rothbraune, längs des Mittelnervs grüngestreifte, an der Spitze eingedrückte Hüllschuppen, namentlich aber durch die linear-länglichen, glashellen, nicht braun gestrichelten, am oberen Ende spitzigen Flügelchen der einzelnen Stengelglieder der Ährchenspindel. Fernere Differential-Merkmale dürften in der Form, so wie im Baue der Frucht zu finden sein, welche von *C. Wawraeanus* leider nicht vorliegt.

Eine zweite ähnliche Art ist der *Cyperus lenticularis* Steud. (l. c. II. p. 48. — Boeckeler l. c. p. 406. — *Diclidium lenticulare* Schrad. et Nees in Mart. Flor. Brasil. Cyperac. p. 53, t. 2), doch unterscheiden ihn die in der Beschreibung unserer Art hervorgehobenen Charaktere so scharf, dass eine Verwechslung beider nicht leicht möglich erscheint.

C. (Eucyperus) canescens Vahl Enum. pl. II. p. 355. — Roem. et Schult. Syst. veget. II. p. 211. — Nees ab Esenb. in Nov. Act. Acad. Leop. Carol. XIX. Suppl. I. p. 61. — Boeckeler in Linn. XXXVI. (1869), p. 340. — *C. pennatus* Kunth (nec Lam.) Enum. plant. II. p. 80. — Hor. Mann in Proceed. of Amer. Acad. VII. (1868), p. 208. — *Mariscus albescens* Gaudich. in Freycin. Voy. Bot. p. 415.

Maui: In der Ebene an Bächen und an brackischen Sümpfen dichte Büsche bildend. Nr. 1813.

Diese Art scheint auf den hawaiischen Inseln gemein zu sein; sie ist ausserdem über Ostindien, die Molukken, China, Bourbon, die Gesellschafts- und Fidschi-Inseln weit verbreitet.

C. (Eucyperus) alternifolius. Linn. Mant. I. p. 28. — Jacqu. Collectan II. p. 306. et Icon. plant. rarior. II. p. 8 t. 298. — Kunth Enum. plant. II. p. 33. — Steud. Syn. plant. glumac. II. p. 20. — Boeckeler in Linnaea XXXV. (1867), p. 568.

Oahu: Um Honolulu in Gärten. Nr. 2431.

Auf der Insel Bourbon einheimisch, in Gärten allgemein cultivirt. Die von Dr. v. Wawra gesammelten Exemplare zeichnen sich durch besonderen Blüthenreichthum aus.

C. (Pycreus) laevigatus. L. Mant. p. 79. — Rottboell Descript. et icon. plant. p. 19. t. 16, f. 1. — Boeckeler in Linnaea XXXV. (1867), p. 486. — *Pycreus laevigatus* Nees ab Esenb. in Nov. Act. Acad. Leop. Carol. XIX. Suppl. I (1853), p. 54.

β *pictus* Boeckeler l. c. — *C. mucronatus* Rottboell l. c. p. 19. t. 8, f. 4. — Kunth Enum. plant. I. p. 17. — Reichenbach Icon. VIII. (XVIII.), t. 278, f. 661. — Hook. et Arn. in Beechey's Voyag. Bot. p. 99. — Hor. Mann in Proceed. of Amer. Acad. VII (1868), p. 209. — *C. lateralis* Forsk. Flor. aegypt. arab. p. 13. — Steudel Syn. plant. glumac. II. p. 12.

Oahu; um Honolulu massenhaft an trockenen Stellen der Salinen. Nr. 2270.

XXV. SITZUNG VOM 22. NOVEMBER 1877.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über eine partielle Differentialgleichung erster Ordnung", von Herrn Dr. Franz Hočevar, Assistent an der k. k. technischen Hochschule in Wien.
2. „Die Gesetze der Individualität der Planeten unseres Sonnensystems. Versuch der Begründung einer allgemeinen Theorie", eine autographirte Abhandlung von Herrn C. Eugen Lehmann in Düsseldorf.

Ferner legt der Secretär ein versiegeltes Schreiben von Herrn Prof. D. A. Bauer in Wien behufs Wahrung der Priorität vor, enthaltend die Angabe einer Methode der Amylenbereitung.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia-fisio-medico-statistica di Milano: Atti. Anno accademico 1877. Milano, 1877; 8⁰.

Administration of the Meteorological Departement of the Government of India in 1875—76. Report. Calcutta; 4⁰. — Report on the Meteorology of India in 1875 by Henry F. Blanford. First year. Calcutta, 1877; gr. 4⁰. — Report of the Vizagapatam and Backergunge Cyclones October 1876. By J. Elliott Esq. M. A. Calcutta, 1877; gr. 4⁰. — Indian Meteorological Memoirs by Henry F. Blanford. Vol. I; part 1. Calcutta, 1876; gr. 4⁰.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Bayer.: Geschichte der Wissenschaften in Deutschland. Neuere Zeit. XVI. Bd. Geschichte der Astronomie, von Rudolf Wolf. München, 1877; 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik. Gegründet von J. A. Grunert, fortgesetzt von R. Hoppe. LXI. Theil, 2. Heft. Leipzig, 1877; 8⁰.

Ateneo veneto: Atti. Serie 2. — Vol. XIII. Anno accademico 1875—76. Puntata I. e II. Venezia, 1877; 8°.

Comptes rendus de Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV, Nr. 19. Paris, 1877; 4°.

Istituto, reale, veneto di scienze, lettere ed arti: Atti. Tomo III. Serie 5. Dispensa IV—VII. Venezia, 1876—77; 8°. — Memorie. Vol. XX, parte 1, 1877. Venezia, 1876; gr. 4°.

Nature. Vol. XVII. Nr. 420. London, 1877; 4°.

Observatoire Physique de Tiflis: Materialien zu einer Klimatologie des Kaukasus, von A. Moritz, Abtheilung I. Meteorologische Beobachtungen. Bd. I. Tiflis, 1871—75; 8°. — Über die geographische Lage und die absolute Höhe der Stadt Teheran, von General-Major J. Stebnitzky. Das Reflexions-Thermometer, von A. Moritz. Tiflis, 1876; 12°. — Otwet, von A. Moritz. Tiflis, 1876; 12°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger." VIIe Année, 2e Série, Nr. 20. Paris, 1877; 4°.

Smithsonian, Institution: Annual Report for the year 1875. Washington, 1876; 8°. — Smithsonian Contributions to knowledge. Vol. XX & XXI. Washington, 1876; Folio.

Società Adriatica di Scienze naturali in Trieste: Bollettino. Vol. III. Nr. 2. Trieste, 1877; 8°.

— Veneto-Trentina di Scienze naturali residente in Padova. Anno 1876. Padova, 1876; 8°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXIII. 1876; Sessio extraordinaire de Lyon, 1876. Paris; 8°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1877. Nr. 2. Moscou, 1877; 8°.

Society, the Asiatic of Bengal: Journal. N. S. Vol. XLV, part 2, Nr. 4. — 1876. Calcutta, 1876; 8°. — Vol. XLVI, part 2, Nr. 1, 1877. Calcutta, 1877; 8°.

— Proceedings. Nr. 9. November. Nr. 10, December 1876; Calctta, 1876; 8°. Nr. 1—5. January—May 1877. Calcutta, 1877; 8°.

United States; Navy Department: Scientific Results of the arctic expedition. Vol. I. Physical Observations, by Emil Bessels. Washington, 1876; gr. 4⁰.

— Astronomical and meteorological Observations made during the year 1874. Washington, 1877; gr. 4⁰. — Instruments and Publications of naval observatory. Washington, 1845—1876; 4⁰. — Report of the Commissioner of Agriculture for the year 1875. Washington, 1876; gr. 8⁰. — Monthly Reports of the Department of Agriculture in the years 1875 & 1876; Washington, 1876—1877; gr. 8⁰.

— War Department. Circular Nr. 9.: A Report to the surgeon general on the transport of Sick and Wounded by pack animals. Washington, 1877; 4⁰.

— Bulletin of geological and geographical Survey of the territories. Nr. 2. Washington, 1874; 8⁰. Nr. 2 — second series. Washington, 1875; 8⁰. — Annual Report of geological and geographical Survey of the Territories, embracing Colorado. Washington, 1874; gr. 8⁰. Catalogue of the Publications. Washigton, 1877; gr. 8⁰. — Supplement to the fifth annual Report for 1871. Report on fossil flora by Leo Lesquereux. Washington, 1872; 8⁰.

— Report on the Rocky Mountain Locust and other insects by A. S. Packard, Ir., M. D. Washington, 1877: 8⁰. Lists of Elevations by Henry Gannett. Washington, 1877; gr. 8⁰.

— Forty-fourth Congress. Congressional Directory by Ben: Perley Poore. III. Edition. Washington, 1876; 8⁰. Annual Report of the Comptroller of the Currency to the first session of the 44th Congress. Washington, 1875; 8⁰. Annual Report of the Comptroller of the Currency to the second session of the 44th Congress. Washington, 1876; 8⁰.

Utrecht'sche Hoogeschool: Onderzoekingen gedan in het Physiologisch Laboratorium. Derde Reeks. IV. Aflevering II. Utrecht, 1877; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1877; 4⁰.



SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVI. Band.

ERSTE ABTHEILUNG.

10.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.



XXVI. SITZUNG VOM 6. DECEMBER 1877.

In Verhinderung des Präsidenten übernimmt Herr Hofrath Freiherr v. Burg den Vorsitz.

Die Adria-Commission dankt für den ihr für das Jahr 1877 zum Abschlusse ihres Arbeitsprogrammes von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften gewährten Subventions-Beitrag und berichtet, dass sie an Stelle des verewigten Herrn Directors Dr. Carl v. Littrow das seitherige Mitglied dieser Commission, Herrn Director Dr. Josef Stefan, zu ihrem Vorsitzenden erwählt hat.

Die Direction der k. k. Staats-Realschule in Teschen dankt für die Betheilung dieser Anstalt mit dem akademischen Anzeiger.

Das c. M. Herr Prof. E. Mach in Prag übersendet eine vorläufige Mittheilung über gemeinschaftliche, mit den Herren Tumlirz und Kögler ausgeführte Versuche, betreffend „die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Funkenwellen“.

Das c. M. Herr Prof. L. Pfaundler in Innsbruck übersendet eine Abhandlung: „Über die Anwendung des Doppler'schen Principes auf die fortschreitende Bewegung leuchtender Gasmolecüle.“

Das c. M. Herr Prof. Ludwig Boltzman in Graz übersendet eine Abhandlung: „Über einige Probleme der Theorie der elastischen Nachwirkung und über eine neue Methode, Schwingungen mittelst Spiegelablesung zu beobachten, ohne den schwingenden Körper mit einem Spiegel von erheblicher Masse zu belasten.“

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Bestimmung der Flächen, deren beliebige Theile aus zwei festen Punkten durch Kegel projicirt werden, deren Öffnungen in gegebenem Verhältnisse stehen“, von Herrn

Eduard Weyr, a. o. Professor am k. k. böhm. polytechnischen Institute zu Prag.

2. Eine Arbeit aus dem Laboratorium für analytische Chemie an der k.k. technischen Hochschule in Wien: „Über Mononitrobrenzkatechin“ von Herrn Dr. Rudolf Benedikt, Adjunct dieses Institutes.

Das w. M. Herr Prof. V. v. Lang überreicht eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung unter dem Titel: „Grösse und Lage der optischen Elasticitätsaxen beim Gypse.“

Herr Karl Zelbr, Assistent an der Sternwarte in Wien, überreicht eine Abhandlung über die Bahn des Planeten (162) „Laurentia“.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie impériale des Sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. Tome XXV. Nr. 3. Wassermenge und Suspensionsschlamm des Amu-Darja in seinem Unterlaufe; von Dr. Carl Schmidt und F. Dohrandt. St. Pétersbourg, 1877; 4°.

Academy of Natural Sciences of Philadelphia: Proceedings. Part I. January—May 1876. Philadelphia, 1876; 8°. — Part II. June—September, 1876; Philadelphia, 1876; 8°. — Part III. October—December, 1876; 8°. — Journal. New Series. Vol. VIII; Part II. Philadelphia, 1876; 4°.

Akademie, Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch-Deutsche, der Naturforscher: Leopoldina. Heft XIII. Nr. 19—20. Dresden, 1877; 4°.

— der Wissenschaften, Königl. Preuss. zu Berlin. Monatsbericht. August 1877. Berlin, 1877; 8°.

— — königl. Schwedische: Handlingar. N. F. XIII. Band, 1874; Stockholm, 1875—76; 4°. XIV. Bd. 1. Heft, 1875. Stockholm, 1876; 4°. — Bihang till kongl. Svenska Vetenskaps — Akademiens Handlingar. III. Band, 2. Heft. Stockholm, 1876; 8°. — Öfversigt af Förhandlingar. 33. Årgången. Stockholm, 1876—77; 8°. — Observations météorologiques Suédoises. Vol. XVI, 2e série. Vol. II. 1874. Stockholm, 1876; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XV. Jahrg., Nr. 30—34. Wien, 1877; 4°.

Astronomische Nachrichten. Bd. 91, 1—8. Nr. 2161—2168. Kiel, 1877; 4⁰.

Barande Joachim: Système silurien du centre de la Bohême. Vol. II. Texte IV & V — Supplément Texte. Supplément et Série tardive. Planches 461—544. Prague et Paris, 1877; Folio.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1875. VI. Heft. Wien, 1877; 4⁰.

Central-Observatorium, physikalisches: Annalen. Jahrgang 1875. St. Petersburg, 1876; Folio.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV. Nrs. 20 & 21. Paris, 1877; 4⁰.

Direction des k. k. Krankenhauses Wieden: Bericht vom Solar-Jahre 1876. Wien, 1877; 8⁰.

Gesellschaft, Deutsche Chemische: Berichte. X. Jahrgang. Nr. 16 & 17. Berlin, 1877; 8⁰.

— Deutsche, für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 11. Heft. November 1876. Yokohama; Folio.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XII. Band, Nr. 20, 21 & 22. Wien, 1877; 4⁰.

— physikalisch-medicinische in Würzburg: Verhandlungen. N. F. XI. Bd. 1. & 2. Heft. Würzburg, 1877; 8⁰.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XXXVIII. Jahrgang. Nr. 41—48. Wien, 1877; 4⁰.

Harvard College: Annals of the Astronomical Observatory. Vol. X. Cambridge, 1877; 4⁰. — Contributions from the Chemical Laboratory by Josiah P. Cooke, Ir. Cambridge, 1877; 8⁰.

Holmgren, F.: De la Cécité des Couleurs dans ses rapports avec les chemins de fer et la Marine. Stockholm, 1877; 8⁰.

Ingenieur- & Architekten-Verein: Wochenschrift. II. Jahrg., Nr. 41—48. Wien, 1877; 4⁰. — Zeitschrift: XXIX. Jahrg. 10. Heft. Wien, 1877; 4⁰.

Institute, the Essex: Bulletin. Vol. VIII. Nr. 1—12. Salem, 1876; 8⁰.

Journal, the American of Science and Arts: Nr. 83. Vol. XIV. New Haven, 1877; 8⁰.

Meteorologische Beobachtungen, Dorpater: Ergänzungsheft zum II. Bande, von Carl Weihrauch. Dorpat, 1877; 8⁰.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von A. Petermann. XXIII. Bd., 1877. XI. Gotha, 1877; 4⁰.

Nature. Vol. 17, Nrs. 421 & 422. London, 1877; 4⁰.

Petters, C. A. F. Professor: Bestimmungen des Längenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Kopenhagen und Altona. Kjøbenhavn, 1877; 4⁰.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 11 u. 12. Wien, 1877; 4⁰.

Repertorium für Experimental-Physik etc., von Ph. Carl. XIII. Band, 6. Heft. München, 1877; 8⁰.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIe Année, 2e Série, Nrs. 21 & 22. Paris, 1877; 4⁰.

Société des Ingénieurs civils: Séances du 20 Juillet, du 3 Août, du 5 Octobre, du 19 Octobre et du 2 Novembre 1877. Paris, 1877; 8⁰.

— Entomologique de Belgique: Compte rendu. Série 2. Nrs. 43 & 44. Bruxelles, 1877; 8⁰.

Society, the American philosophical: Proceedings. Vol. XV. December 1876, Nr. 96. Philadelphia, 1876; 8⁰. Vol. XVI. January to May, 1877, Nr. 99. Philadelphia, 1877; 8⁰.

— the Boston of natural history: Memoirs. Vol. III, Part 4. Number V. Boston, 1877; 4⁰. — Proceedings. Vol. XVIII. Part 3. January—April 1876. Boston, 1876. 8⁰. Part 4. April—July, 1876. Boston, 1876; 8⁰.

— the Buffalo of natural sciences: Bulletin. Vol. III. Nr. 4. Buffalo, 1877; 8⁰.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftl. Veterinärkunde. XLVIII. Band, 2. Heft. (Jahrgang 1877. IV.) Wien, 1877; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 47 & 48. Wien, 1877; 4⁰.

Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. III. Folge. 21. Heft. Innsbruck, 1877; 8⁰.

XXVII. SITZUNG VOM 13. DECEMBER 1877.

Herr Bergrath Dr. Edmund v. Mojsisovics in Wien dankt für die ihm zur Herstellung einer geologischen Detailkarte zu seinem herauszugebenden Werk über die Geologie des südöstlichen Tirol und der angrenzenden italienischen Gebietstheile von der kaiserlichen Akademie gewährte Subvention.

Herr Hofrath Gustav Ritter v. Wex, Oberbauleiter des technischen Bureau der Donau-Regulirungs-Commission in Wien, übersendet eine vorläufige Mittheilung über den gegenwärtigen Stand der „Wasserfrage".

Herr Dr. Med. August von Mojsisovics, Docent der Zoologie und vergleichenden Anatomie an den beiden Grazer Hochschulen, legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Sectionsnotizen zur Anatomie des afrikanischen Elephanten", mit 5 Tafeln.

Herr Prof. Heinrich Streintz in Graz übersendet eine unter Mitwirkung des Herrn Dr. Franz Streintz ausgeführte Arbeit, betitelt: „Die elektrischen Nachströme transversal magnetisirter Eisenstäbe."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie Impériale de Sciences de St. Pétersbourg: Bulletin. Tome XXIII, Nr. 4 et dernier. St. Pétersbourg, 1877; gr. 4⁰; Tome XXIV. Nr. 2. St. Pétersbourg, 1877; gr. 4⁰.

Accademia R. delle Scienze di Torino: Atti. Vol. XII. Disp. 1ª — (Novembre—Dicembre 1876) Torino, 1876; 8⁰. Disp. 2ª—5ª (Gennajo—Giugno 1877). Torino, 1877; 8⁰.

— Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXX, Sess. IV. del 18. Marzo 1877. Roma, 1877; gr. 4⁰.

Akademie, kaiserlich Leopoldinisch-Carolinisch Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft 13. Nr. 21—22. Dresden, 1877; 4°.

Akademie der Wissenschaften, königliche zu Berlin: Abhandlungen. Zur Theorie der eindeutigen analytischen Functionen, von K. Weierstrass. Berlin, 1877; 4°. — Studien am Monte Somma, von Justus Roth. Berlin, 1877; 4°. — Die Babylonisch-assyrischen Längenmasse nach der Tafel von Senkereh, von R. Lepsius. Berlin, 1877; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band 91; 9. Nr. 2169. Kiel, 1877; 4°.

Bibliothèque Universelle et Revue Suisse: Archives des Sciences physiques et naturelles. N. P. Tome LX. Nr. 238. — 15. Octobre 1877. Genève, Lausanne, Paris, 1877; 8°.

Bureau des Longitudes: Connaissance des Temps pour l'an 1879. Paris, 1877; 8°.

Central-Anstalt, königl. ungar. für Meteorologie und Erdmagnetismus: Jahrbücher. V. Band, Jahrgang 1875. Budapest, 1877; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV. Nr. 22. Paris, 1877; 4°.

Gesellschaft, naturforschende, in Bern: Mittheilungen aus dem Jahre 1876. Nr. 906—922. Bern, 1877; 8°.

— für Salzburger Landeskunde: Mittheilungen. XVII. Vereinsjahr 1877. 2. Heft. Salzburg, 1877; 8°. — Die Gefässpflanzen des k. k. botan. Gartens zu Salzburg. II. Specieller Theil, 1. Heft; von Dr. Carl Aberle. Wien, 1877.

— Schweizerische, naturforschende in Basel: Verhandlungen. 59. Jahresversammlung. Jahresbericht 1875—1876. Basel, 1877; 8°.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville: Journal mensuel. 21e Année, 3e Série. Tome VII. 432e Livraison. Decembre 1877. Paris; 4°.

National-Museum, ungarisches: Naturhistorische Hefte. I. Band, 2.—4. Heft, April—December 1877. Budapest, 1877; 8⁰.

Nature. Vol. XVII. Nr. 423. London, 1877; 4⁰.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bollettino meteorologico. Vol. XI, Nr. 11. Torino, 1876; 4⁰.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Etranger". VII[e] Année, 2[e] Série, Nr. 23, Paris, 1877; 4⁰.

Riccardi, P.: Sulle opere di Alessandro Volta. Modena, 1877; 4⁰. — Lettera all' illmo. signor Comm. Cesare Correnti. Modena, 1877; 12⁰.

Società degli Spettroscopisti Italiani: Memorie. Disp. 7[a]. Luglio, 1877. Palermo; 4⁰.

Societät, physikal.-medicin., zu Erlangen: Sitzungsberichte. 9. Heft. November 1876 bis August 1877. Erlangen, 1877; 8⁰.

Société Linnéenne de Bordeaux: Actes. Tome XXXI. 4[e] série Tome I. 5[e] Livraison. 1877. Bordeaux, 1877; 8⁰. — Atlas; Planches de 13 à 18. Bordeaux, 1877; 4⁰.

Society, the Cambridge phylosophical: Proceedings. Vol. III. Part 1. (October—December 1876). Part 2. (February and March, 1877). Cambridge, 1876/77; 8⁰. — Transactions. Vol. XI, Part 3. Cambridge, 1871; 4⁰. — Vol. XII. Part 1. Cambridge, 1873; 4⁰. Part 2. Cambridge, 1877; 4⁰.

— the Linnean of New South Wales. Vol. II. Part the first. Sidney, 1877; 8⁰.

— Royal of New South Wales, 1877: Rules and List of members. Sidney, 1877; 12⁰.

Tommasi, Donato Dott.: Ricerche fisico-chimiche sui differenti stati allotropici dell' idrogeno. Milano, 1877; 8⁰.

Università regia di Torino: Bollettino dell' Osservatorio. Anno XI. (1876). Torino, 1877; 4⁰.

Universitas Upsalensis: Nova Acta regiae societatis scientiarum Upsalensis. 1877. Upsaliae, 1877; gr. 4°.

Upsala, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften aus dem Jahre 1876/77. 4° & 8°.

Verein für Erdkunde zu Halle a/S. 1877: Mittheilungen. Halle. 1877; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang. Nr. 49. Wien, 1877; 4°.

XXVIII. SITZUNG VOM 20. DECEMBER 1877.

— —

Die naturforschende Gesellschaft in Luxemburg (Société des Sciences naturelles et Mathématiques) übersendet die von ihr herausgegebene Karte des Grossherzogthums Luxemburg im Massstabe 1:40.000, von den Herren Prof. N. Wies und Bauconducteur P. M. Siegen.

Das w. M. Herr Hofrath Ritter v. Brücke übersendet im Namen des auswärtigen c. M. Herrn Prof. C. Ludwig in Leipzig die soeben erschienenen: „Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig" (XI. Jahrgang 1876).

Das c. M. Herr Prof. Wiesner übersendet eine Arbeit des Herrn Dr. E. Tangl, Prof. an der Universität Czernowitz, unter dem Titel: „Das Protoplasma der Erbse." Erste Abhandlung.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über einen neuen Apparat zur directen volumetrischen Bestimmung der Luftfeuchtigkeit", von Herrn F. Schwackhöfer, Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien.
2. „Elementare Ableitung der vollständigen Formel zur Bestimmung der Schwingungsdauer eines mathematischen Pendels, von Herrn Wenzel Pscheidl, Professor am k. k. Staatsgymnasium zu Teschen.
3. „Beitrag zur Kenntniss des Kupferchlorürs", von Herrn Max Rosenfeld, Professor an der k. k. Ober-Realschule in Teschen.

Das w. M. Herr Dir. Dr. I. Hann übergibt eine Abhandlung „Über den Luftdruck zu Wien, nebst einem Nachtrage über die Temperatur von Wien."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna: Rendiconti. Anno accademico 1876—77. Bologna, 1877; 8⁰.

— — Memorie. Serie 3. Tomo VII. Bologna, 1876; gr. 4⁰.

Antoine, Ch.: Des propriétés mecaniques des vapeurs. 4ᵉ Mémoire. Brest, 1877; 4⁰.

Beobachtungen, Schweizer. meteorologische: XII. Jahrgang 1875, 6. Lieferung 4⁰; XIV. Jahrgang 1877, 1., 2. & 3. Lieferung (Supplementband). 4⁰.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXV. Nr. 23. Paris, 1877; 4⁰.

Gesellschaft, Deutsche Chemische: Berichte. X. Jahrgang. Nr. 18. Berlin, 1877; 8⁰.

— Oberhessische für Natur- und Heilkunde: XVI. Bericht Giessen, 1877; 8⁰.

— Senckenbergische, naturforschende: Abhandlungen. XI. Bd. 1. Heft. Frankfurt a. M., 1877; 4⁰. — Bericht, 1875—76. Frankfurt a. M., 1877; 8⁰.

— Allgemeine Schweizerische für die gesammten Naturwissenschaften: Neue Denkschriften. Bd XXVII. Zürich, 1877; 4⁰.

Göttingen, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften pro 1876. 8⁰ und 4⁰.

Hallauer, O.: Expériences sur les Moteurs à Vapeur. Mulhouse 1877; gr. 8⁰.

Istituto, Reale Lombardo di Scienze e Lettere: Memorie Vol. XIII.—IV. delle Serie 3. Fascicolo 3 e ultimo. Milano, Napoli, Pisa, 1877; gr. 4⁰.

— — Rendiconti. Serie 2. Vol. IX. Milano, Napoli, Pisa, 1876; gr. 4⁰.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie für 1876. 1. Heft. Giessen, 1877; 8⁰.

Jahreshefte, Württembergische, naturwissenschaftliche. — XXXIII. Jahrgang. 1. und 2. Heft. Stuttgart, 1877; 8⁰. — Festschrift zur Feier des vierhundertjährigen Jubiläums der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen am 9. August 1877. Stuttgart, 1877. Folio.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k., in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1877. Juli- bis October-Heft. Wien; 4°.

Lesehalle, Akademische, an der k. k. Universität zu Wien: VII. Jahresbericht. 1876—77. Wien; 12°.

Ludwig, C.: Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. XI. Jahrgang. Leipzig, 1877; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches & administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1877, 11. Heft. Wien, 1877; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXIII. Bd., 1877. XII. Gotha; 4°.

Museum in Bergen: Fauna littoralis Norvegiae udgivet af J. Koren og Dr. D. C. Danielssen. 3die Hefte. Bergen, 1877; Folio.

Nature. Vol. XVII. Nr. 424. London, 1876; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XI, Nr. 12. Torino, 1877; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1877, XXVII. Band. Nr. 3. Juli, August, September. Wien; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik, von Dr. Ph. Carl. XIV. Band, 1. Heft. München, 1878; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIe Année, 2e Série, Nr. 24. Paris, 1877; 4°.

Societas entomologica rossica: „Horae". Tom. XII, Nr. 1—4. Petropoli. 1876; 8°.

Société Botanique de France: Bulletin. Tome XXIV. 1877. Revue bibliographique. C—D. Paris; 8°.

— des Sciences de Nancy: Bulletin. Série 2. — Tome III. Fascicule 6. 10e année. — 1877. Paris; 8°.

— Malacologique de Belgique: Annales. Tome X. Année 1875. Bruxelles; 8°. — Procès-verbal de l'Assemblée générale annuelle du 2 Juillet 1876. Procès-verbal de la Séance du 6 août, du 3 Septembre, du 1er Octobre, du 5 Novembre et du 3 Décembre 1876; 8°.

Société royale des sciences naturelles et mathématiques de Luxembourg: Geologische Karte des Grossherzogthums Luxemburg. 1—9 Blätter.

Society, The Royal Astronomical, of London: Monthly Notices. Vol. XXXVIII, Nr. 1. November. London, 1877; 8⁰.

Verein der Österreichisch-Schlesier in Wien: Vereins-Kalender für das Jahr 1878. III. Jahrgang. Teschen, 1877; 8⁰.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXVII. Jahrgang, Nr. 50. Wien, 1877; 4⁰.

Wies, N.: Wegweiser zur geologischen Karte des Grossherzogthums Luxemburg. Luxemburg, 1877; 8⁰.

Das Protoplasma der Erbse.

Erste Abhandlung.

Von Prof. Dr. **Eduard Tangl.**

(Mit 1 Tafel.)

Gelegentlich einer Untersuchung durch die Keimung nahezu vollständig erschöpfter Kotyledonen der Erbse, fielen mir eigenthümliche Gebilde innerhalb der fast ganz entleerten Reservestoffbehälter auf. Es waren dies in einer stark lichtbrechenden Kapsel eingeschlossene und mit dieser an der Zellhaut befestigte Stärkekörner. Dadurch wurde zunächst ein bisher nicht bekannter, auf Encystirung der Stärkekörner hinzielender Gestaltungsvorgang innerhalb der Zellen des genannten Objectes constatirt, welcher um so merkwürdiger ist, als durch diesen, wie schon der Augenschein ergab, eine gewisse Anzahl von Stärkekörnern ihrer physiologischen Bestimmung entzogen wird.

Um den entwicklungsgeschichtlichen Befund der Kapseln sicherstellen zu können, musste auf frühere Stadien der Keimung zurückgegangen werden und so kam es, dass endlich auch der Bau des Plasmas, vor Beginn der Keimung in den Kreis der Untersuchung hineingezogen wurde.

Es gelang mir — ich kann dies sagen, ohne aus den Grenzen der Bescheidenheit herauszutreten — manches Detail sicher zu stellen, welches bisher entweder ganz oder zum Theile übersehen wurde, dies betrifft namentlich die Gestalt, Anordnung der Aleuronkörner und das dieser zu Grunde liegende mechanische Princip, welches ich hier vorläufig einschalten will, den auf Encystirung der Stärkekörner beruhenden, innerhalb des Lumens der Reservestoffbehälter sich abwickelnden Gestaltungsvorgang ursächlich bedingt.

Den Beschluss dieser Mittheilungen, die in zwei gesonderten Abhandlungen besprochen werden sollen, wird eine Hypothese über die Ursachen, der unter bestimmten Bedingungen erfolgenden Desorganisation des Plasmas der Erbse bilden. Die für die letztere nothwendigen Anhaltspunkte wurden nach und nach im Laufe der Untersuchungen, die das Plasma im Quellungsstadium betreffen, gewonnen, und sie werden zum Theil in der vorliegenden Abhandlung der Besprechung zugeführt werden, jedoch nur in dem Masse, als dies das nähere Eingehen auf die hier einschlägigen Fragen chemischer Natur erheischt.

Obwohl in letzterer Hinsicht durch Pfeffer in hervorragender Weise vorgearbeitet wurde, habe ich doch Anlass, gegen die Schlussfolgerungen dieses Forschers einige kleine Ausfälle zu richten, in denen wohl Niemand einen Mangel an Würdigung für die vielen grundlegenden Aufschlüsse sehen wird, die wir eben auf diesem Forschungsgebiet ihm verdanken.

In der vorliegenden Abhandlung beschränke ich mich auf die Besprechung des inneren Baues des Protoplasmas der Erbse nach seiner Quellung, seines Verhaltens gegen Wasser und andere Agentien.

Die Veränderungen desselben bei der Keimung, der auf Druckfiltration beruhenden Vorgänge in dem sich erschöpfenden Gewebe, ferner eigenthümliche Formveränderungen des während der Keimung entstehenden Zellkernes, werden im Zusammenhang mit dem Detail, auf welches bereits hingewiesen wurde, den Inhalt einer zweiten, der k. Akademie der Wissenschaften demnächst vorzulegenden Abhandlung über denselben Gegenstand bilden.

Das Protoplasma im Quellungsstadium des Samens.

Bei der Untersuchung des Plasmas ruhender Erbsen bediente ich mich fast ausschliesslich des Glycerins und zwar eines solchen von höchster Concentration. Dieses ist, wie bekannt, auch in diesem Zustande nicht wasserfrei.

Diese letztere Eigenschaft des Glycerins, entscheidet sofort über die Verwendbarkeit desselben als Untersuchungsmedium für das Plasma der Erbse und der Samen von ähnlicher Organisation. Das Plasma derselben im ruhenden Zustand ist gegen

Einwirkung des Wassers in einem noch höheren Grade empfindlich, als dies bei Objecten anderer Art der Fall ist. Aus diesem Grunde kann im höheren Grade wasserhaltiges Glycerin, bei vielen anderen Objecten mit gutem Erfolg verwendet werden, insofern ein solches Untersuchungsmedium bei allen Veränderungen, die es im Plasmakörper hervorruft, immerhin noch einen Einblick in bestehende Structurverhältnisse und zum Geringsten die Orientirung über diese gestattet.

In dieser Beziehung verhält sich das trockene Plasma der Erbse wesentlich verschieden. Hier haben wir es mit einem Untersuchungsobjecte zu thun, in dessen Verhalten gegen Wasser, eine, meines Wissens ganz übersehene Eigenthümlichkeit auf das Deutlichste entgegentritt. Im trockenen Zustande ist nämlich der, unter bestimmten Verhältnissen in eine Grundsubstanz der Aleuronkörner differenzirte Theil des Plasmas, ein structurloser Körper — eine Differenzirung ist im lufttrockenen Zustand nicht einmal andeutungsweise vorhanden. Die Differenzirung, welche dem Protoplasma der Erbse bei seinem Übergange in den vitalen Zustand eigenthümlich ist, entspricht nun einem, mit gegebenen Organisationsverhältnissen verträglichen Maximum des Gehaltes an Imbitionswasser, dessen Überschreitung die Desorganisation als augenfälligen Effect zur Folge hat. Wir können einen bestimmten Grad innerer Differenzirung — wie sich aus dem Folgenden zur Genüge ergeben wird — als den anatomischen Ausdruck, nach der vollzogenen Wasserimbition noch ungeändert bestehender Organisationsverhältnisse betrachten, welche, wie ich es hier anticipirend bemerken will, auch nach der Quellung ganzer Samen mit allen ihren specifischen Eigenthümlichkeiten erhalten bleiben.

Die Methode der Untersuchung wäre nun allerdings wesentlich vereinfacht, wenn der differenzirte Zustand des Plasmakörpers in Zellen, gequollenen Erbsen entnommener Schnitte, in den für Untersuchungen dieser Art gebräuchlichen Medien erhalten bliebe. Dem ist jedoch nicht so. Der auf Aufhebung des Gewebeverbandes beruhende Eingriff hat nämlich, bevor sich noch der Einfluss eines Untersuchungsmediums geltend machen konnte, die Desorganisation innerhalb aller Zellen der für die Untersuchung bestimmten Lamelle zur Folge gehabt. Man erblickt in

den Zellen, anstatt eines differenzirten Plasmakörpers, in diesem Fall eine vielfach erwähnte, trübe, granulöse, emulsionsartige Substanz, die dasselbe Aussehen besitzt, wie das unmittelbar am Objectträger durch bekannte Einflüsse desorganisirte Plasma der Zellen ursprünglich trockener Schnitte.

Ein richtiger Befund über die Beschaffenheit der Plasma gequollener Erbsen wie auch anderer Samen, kann sich aus der Untersuchung nur dann ergeben, wenn das Plasma vorher in einen derartigen Zustand gebracht wurde, dass weder die Anfertigung, noch die Beschickung des Präparates an ihm Veränderungen zu bewirken vermögen. Dies wird durch später zu besprechende Fixirungsmethoden vollkommen erreicht; auch kann nur auf diese Weise ein Massstab für die Beurtheilung des jeweiligen Zustandes, in welchem sich das Plasma ursprünglich trockener Schnitte unter wechselnden äusseren Einflüssen befindet, gewonnen werden. Ich glaube in dieser Beziehung auf sicherem Boden zu stehen, da meine auf den Vergleich mit fixirten Zuständen des Plasmas gequollener Erbsen basirte Untersuchungsmethode jede willkürliche Deutung der Veränderungen, denen das trockene Plasma im Untersuchungsmedium unterliegt, ausschliesst.

Die Anwendung eines dicken — durch längeres Kochen oder über Schwefelsäure hinlänglich entwässerten — Glycerins gewährt einen zweifachen Vortheil. Es gestattet einmal dieses Untersuchungsmedium den Übergang des trockenen Plasmas in denjenigen durch innere Veränderungen bedingten Zustand, in welchem nach vollzogener Quellung die ersten Vitalitätsäusserungen anheben, schrittweise zu verfolgen; anderseits wird unter denselben Verhältnissen die Geschwindigkeit, mit welcher die Desorganisation bei Anwendung minder concentrirter Zusatzflüssigkeiten erfolgt, so sehr herabgedrückt, dass alle Stadien der Desorganisation bis zu ihrem Abschluss mit Leichtigkeit übersehen werden können. Und dies sind Vortheile, wie sie durch andere Untersuchungsmedien kaum erreicht werden können.

So ist beispielsweise Öl, welches bei vielen ähnlichen Untersuchungen die besten Dienste leistet, für unsere Zwecke durchaus unzureichend, weil durch die Anwendung desselben eine Wasserimbition nicht eingeleitet werden kann. Aus diesem Grunde

verändert sich das Plasma trockener, in Öl eingelegter Schnitte gar nicht, und es vollzieht sich in diesem eine Differenzirung ebenso wenig, wie in den, dem trockenen Plasma eingebetteten Stärkekörnern.

Natürlich bezieht sich das Letztere nur auf vollkommen lufttrockene Samen, deren Reservestoffe führendes Parenchym die bekannte hornartige Beschaffenheit besitzt. Ganz verschieden verhalten sich in dieser Hinsicht Schnitte aus Samen, die sich in einem nicht vollkommen lufttrockenen Zustande befinden, und deren geringer Wassergehalt, dem Parenchym einen für die Schonung der Schneide des Präprairmessers erwünschten geringeren Härtegrad ertheilt. Derartigem Material entnommene Schnitte zeigen, wenn sie schnell in Öl eingebettet werden, unter dem Mikroskope in dem Plasma ihrer Zellen, auf Strecken grösserer oder geringerer Ausdehnung die Andeutung einer Structur, wie sie sonst bereits mit Wasser imbibirten Schnitten eigenthümlich ist. Dass die Gestaltung des Plasmas in diesem Falle auf Rechnung des bereits vorhandenen Wassergehaltes zu setzen sei, ergibt sich sofort aus der Betrachtung der Stärkekörner, welche in den Zellen, die den Plasmakörper in einem bereits differenzirten Zustande erhalten, die deutlichste Schichtung erkennen lassen.

Im absoluten Alkohol verharren Schnitte aus lufttrockenen Samen durch längere Zeit ohne sich im Geringsten zu verändern. Dies bezieht sich sowohl auf das Plasma, als auf die Stärkekörner. Die späterhin dennoch eintretende Differenzirung beider, ist offenbar nur auf Rechnung einer durch die Hygroskopicität der angewandten Zusatzflüssigkeit bewirkten Wasserzufuhr zu setzen, was auch daraus zu ersehen ist, dass eine minimale Wassermenge, welche der unter dem Deckglase befindlichen Alkoholschichte zugesetzt wird, das Zustandekommen der Differenzirung und demnach das Herbeiführen eines Zustandes, welcher vollständig mit demjenigen nach länger andauernder Einwirkung des concentrirten Glycerins übereinstimmt, zu beschleunigen vermag.

Ich hätte daher bei meinen Untersuchungen, die den durch Wasseraufnahme bedingten differenzirten Zustand des Plasmas betrafen, sowohl Glycerin als auch Alkohol anwenden können; wenn ich dennoch dem concentrirten Glycerin den Vorzug gab,

so geschah dies mit Rücksicht auf die bequeme Anwendung dieses Untersuchungsmediums, welches durch seine Eigenschaften das so lästige, nachträgliche Zuführen von Flüssigkeit unter das Deckglas, bei länger andauernder Beobachtung einzelner Zellen, überflüssig macht.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen will ich das Nähere über den Bau des Plasmas der Erbse, welcher demselben nach vollzogener Quellung eigenthümlich ist, angeben. — Die Überführung des Plasmas trockener Schnitte in diesen Zustand erfordert, je nach dem Concentrationsgrade des angewandten Glycerins, eine kürzer oder länger andauernde Einwirkung des Untersuchungsmediums. Ich operirte einige Mal mit so concentrirtem Glycerin, dass ich die Einzelheiten des gleich zu beschreibenden Baues erst 20 — 30 Minuten nach der Beschickung des Präparates deutlich übersehen konnte. — In dem differenzirten Zustande, welcher einem bestimmten Gehalte an Imbitionswasser entspricht, erscheint das Plasma gegen die Zellhaut und die Stärkekörner durch auch bei mässiger Vergrösserung deutlich hervortretende glashelle Säume abgegrenzt. — Die Fig. 1 — 7, sollen das Auftreten dieser Grenzschichten illustriren, worüber das Weitere in der Figurenerklärung nachzulesen ist.

Diese hyalinen, auch bei stärkster Vergrösserung und günstigsten Beleuchtungsverhältnissen structurlos erscheinenden, meines Wissens bisher ganz übersehenen Begrenzungsflächen des Protoplasmas der Erbse, gegen demselben an- und eingelagerte Zellcomponenten, sollen je nach ihren Beziehungen zu diesen, als peripherische Hautschichten und Hautschichtsäcke bezeichnet werden. Durch die Wahl dieser Bezeichnungen soll einzig und allein der habituellen Übereinstimmung Rechnung getragen werden, die zwischen der Beschaffenheit der hyalinen Schichten unseres Objectes mit dem als Hautschicht bezeichneten Theile eines lebensthätigen Protoplasmakörpers besteht. — Eine Trennung der Gebilde beider Kategorien ist, abgesehen von Differenzen, die in Hinsicht der physikalischen Eigenschaften bestehen, und die später besprochen werden sollen, schon aus dem Grunde geboten, weil die zunächst in Betracht kommende peripherische Hautschichte der Reservestoffbehälter mit Wachsthumsvorgängen nichts zu thun hat. Sie ist vielmehr eine Grenz-

schichte von nur temporärer Bedeutung; sie verschwindet mit den übrigen, sobald die Veränderungen des Plasmas während der Keimung einen bestimmten Grad erreicht haben. — Dies erfolgt eine geraume Zeit vor gänzlicher Erschöpfung der Reservestoffbehälter.

Ein weiteres Moment, welches nicht zu Gunsten der Annahme sprechen würde, dass die hyaline Umkleidung des Protoplasmakörpers als eine mit der Hautschicht lebensthätigen Protoplasmas identische Schichte aufzufassen wäre, ergibt sich aus der äusserlich übereinstimmenden Beschaffenheit der die Hautsäcke bildenden Substanz mit derjenigen der peripherischen Umkleidung. Ich werde darauf im weiteren Verlaufe meiner Darstellung noch zurückkommen; hier will ich jedoch nicht unerwähnt lassen, dass der Beobachtung direct zugängliche Verhältnisse eine nicht nur äusserliche, sondern weitergehende Übereinstimmung zwischen der peripherischen und den inneren Umkleidungen vermuthen lassen. Und zwar ist dies die zwischen der äusseren hyalinen Schicht und den, der Oberfläche des Protoplasmakörpers am meisten genäherten Hautschichtsäcken, bestehende Continuität ihrer Masse. In analoge Beziehungen treten auch die die Stärkekörner aufnehmenden Hautschichtsäcke unter einander. (Fig. 1—7.) Dies sind Verhältnisse, wie sie an keinem, Stärkekörner enthaltenden, lebensthätigen Protoplasmakörper wahrgenommen werden können, und ich erachte es mit Rücksicht darauf für wahrscheinlich, dass wir es in unserem Falle, in Betreff der fraglichen äusseren und inneren Umkleidungen mit einem ganz besonderen Fall von Differenzirung zu thun haben, welcher mit bekannten Verhältnissen im lebensthätigen Plasmakörper nicht in Parallele gebracht werden könne. — Andere Hohlräume, als die von hyalinen Säumen begrenzten, die Stärkekörner aufnehmenden Lacunen, sind nach vollzogener Quellung im Plasma nicht enthalten. Es dürfte aus diesem Grunde wohl zulässig sein, die gesammte, ernährungsphysiologischen Zwecken dienende, innerhalb ihrer hyalinen pheripherischen Umkleidung befindliche Masse des Protoplasmas der Erbse mit S t r a s b u r g e r, als K ö r n e r p l a s m a zu bezeichnen.[1]

[1] Zellbildung und Zelltheilung, II Auflage, 1876, S. 288. Studien über Protoplasma, S. 23.

Betrachten wir nun den feineren Bau des Körnerplasmas im differenzirten Zustande des Quellungsstadiums. Dasselbe besteht aus hyaliner Grundsubstanz und Aleuronkörnern von derselben Beschaffenheit.

Im Quellungsstadium besitzen die Aleuronkörner eine polyedrische Gestalt. Die zwischen denselben befindliche Grundsubstanz erscheint, bevor erhebliche Veränderungen in Folge länger andauernder Einwirkung des Glycerins im Körnerplasma um sich gegriffen haben, in Gestalt von parallelen Linien begrenzter, heller, schmaler Lamellen. Dies ergibt sich mit Nothwendigkeit aus der Form der Aleuronkörner, welche, wie dies fixirte Präparate überzeugend darthun, nur so weit auseinanderrücken, dass zwischen denselben keine anderen, als diese relativ schmalen Zwischenräume erscheinen können. Die Letzteren besitzen auf allen Punkten des Körnerplasmas nahezu gleiche Dimensionen.

Die Lamellen der Grundsubstanz gehen ohne Unterbrechung in die Hautschichten über. Daraus resultirt eine Gestaltung des Körnerplasmas, die unsere Fig. 1—6 illustriren, welche zwar sehr engbegrenzte Territorien des Plasmas zur Anschauung bringen, jedoch zur Orientirung über die allgemeinsten Verhältnisse wohl ausreichen dürften.

Der Verlauf der die Aleuronkörner einschliessenden Lamellen der Grundsubstanz, bedingt an gewissen Punkten eine oft auffallend zierliche Architektonik des Körnerplasmas, die sich dadurch bemerkbar macht, dass die hellen Lamellen sich sowohl an die peripherischen, als an die inneren Hautschichten unter einem rechten Winkel ansetzen. Die beiderlei Hautschichten anliegenden Aleuronkörnerschichten gewähren aus diesem Grunde vollständig das Bild zu einem Gewölbe verbundener Bausteine.

Ich werde die mechanische Bedeutung dieser Anordnung in der zweiten Abhandlung näher besprechen.

Die Färbung der Aleuronkörner der Erbse im differenzirten Zustande des Plasmas lässt eine ganz bestimmte Beziehung zu der Färbung, wie sie dem Parenchyme bei makroskopischer Betrachtung eigenthümlich ist, erkennen. Es erscheinen nämlich in Schnitten aus Samen von blaugrüner Färbung die Aleuronkörner als Plättchen von eigenthümlich grauer Färbung, mit einer für diese Samenvarietät charakteristischen, blaugrünen Nüan-

cirung. Die Aleuronkörner gelber Samenvarietäten erscheinen im differenzirten Zustande des Plasmas als helle, farblose Plättchen, welche eine der Farbe des Parenchyms entsprechende Nüancirung nicht erkennen lassen, wohl nur aus dem Grunde. weil die Färbung zu wenig intensiv ist, um an einzelnen Aleuronkörnern deutlich wahrgenommen werden zu können und ich zweifle nicht, dass die Aleuronkörner auch in diesem Falle die Träger des Farbstoffes sind.

Die Hautschichten und die ausnahmslos farblosen, hellen Lamellen zwischen den Aleuronkörnern bestehen aus Substanzen, welche in Betreff ihrer optischen Dichte nicht unerheblich differiren.

Ich sehe nämlich im concentrirten Glycerin die Contouren der Hautschichten immer mit der grössten Deutlichkeit. Betrachte ich hingegen den Rand einer Aleuronkörnermasse, die sich aus einer durch den Schnitt geöffneten Zelle lostrennte und nun frei in der umgebenden Flüssigkeit liegt, so kann ich zwischen den unmittelbar in die letztere auslaufenden Lamellen und der ersteren keine Grenzen wahrnehmen. Daraus ergibt sich, dass die Substanz der Lamellen und des concentrirten Glycerins in Betreff des Lichtbrechungsvermögens nur wenig differiren.

Das von mir angewandte Glycerin hatte einen Concentrationsgrad, dass oft ein halbstündiges Verweilen der Schnitte im Untersuchungsmedium nicht ausreichte, um irgend welche auffällige Veränderungen an dem Körnerplasma zu bewirken. Nach längerer Einwirkung des concentrirten Glycerins erlangen die ursprünglich polyedrischen Aleuronkörner, ohne die homogene Beschaffenheit ihrer Substanz einzubüssen, eine abgerundete Gestalt, welche Veränderung sich um so schneller vollzieht, je wasserreicher das angewandte Glycerin ist.

In diesem Zeitpunkte hat aber auch die die Aleuronkörner einhüllende Grundmasse nicht unbedeutende Veränderungen erlitten, wie daraus zu entnehmen ist, dass der ursprüngliche Zusammenhang der Masse des Körnerplasmas in diesem Zeitpunkte bedeutend gelockert ist. Während in den ersten Stadien der Einwirkung des concentrirten Glycerins das Herumzerren des Präparates in der Zusatzflüssigkeit die Isolirung der noch polyedrischen Aleuronkörner aus geöffneten Zellen nicht bewirkt.

gelingt es mit Hilfe dieser Manipulation in dem Zeitpunkte, in welchem die Aleuronkörner bereits abgerundet sind, dieselben zu isoliren und in Menge in die umgebende Flüssigkeit auszuscheiden.

Erfolgen diese Veränderungen der Aleuronkörner innerhalb der Zellhäute, so gewährt das Körnerplasma mit seinen kugeligen Aleuronkörnern ein Bild, welches der bekannten Figur im Lehrbuche von Sachs entspricht, nur müssten wir uns die Aleuronkörner durchgehends aus gleichartiger Substanz bestehend vorstellen, in welchem Zustande sich in der Figur von Sachs eine geringe Anzahl von Aleuronkörnern befindet.

Der kugelige Zustand ist, wie ich später noch ausführlicher darlegen werde, ein Anzeichen der, in Folge der Wasseraufnahme über eine durch die Organisation der Aleuronkörner bestimmte Grenze beginnenden Desorganisation derselben, welche, wenn die Wasseraufnahme ohne Unterbrechung fortdauert, eine Reihe von Veränderungen bedingt, die mit dem gänzlichen Zerfalle des Aleuronkornes abschliessen.

Die bekannte Figur im Lehrbuche von Sachs bringt die meisten Stadien der Desorganisation mit einer überraschenden Genauigkeit zur Anschauung.

Die Hautschichten werden auf allen Punkten ihres Verlaufes als hyaline Säume gesehen, an welche sich unter Einhaltung constanter Richtungsverhältnisse die Lamellen der Grundsubstanz ansetzen. Es findet dabei, wie dies durch Anwendung guter optischer Hilfsmittel sichergestellt wurde, ein directer Übergang der Grundsubstanz in die als Hauptschichten bezeichneten Säume statt. Es gewährt daher das von der peripherischen Hauptschichte umgebene und die Hauptschichtsäcke aufnehmende Körnerplasma den Anblick, als würde zum Aufbau dieser hyalinen Umkleidungen die Grundsubstanz in ungeänderter Modification verwendet und durch diese die räumliche Trennung der Aleuronkörner sowohl unter einander als von der Zellhaut und den Stärkekörnern bewirkt werden. — Die bereits mitgetheilten Differenzen in Betreff der Lichtbrechungsverhältnisse wären an und für sich noch kein entscheidendes Moment, welches gegen diese Auffassung sprechen würde, denn derartige Verschiedenheiten müssen ja nicht durch tiefeingreifende Differenzen in Hinsicht der

stofflichen Zusammensetzung begründet sein. Es könnten sich die erwähnten optischen Verschiedenheiten aus der ungleichen Imbitionsfähigkeit und daher im wasserimbibirten Zustand des Körnerplasmas, aus dem differenten Wassergehalt einer organisirten Substanz in ihren inneren, und in den als Umkleidungen erscheinenden Schichten, ergeben. Dieser Annahme zu Folge müssten sich die Hautschichten und Lamellen der Grundsubstanz in einem verschiedenen Aggregatzustande befinden.

Das Letztere ist nun in der That der Fall, und zwar gehen diese Verschiedenheiten in dieser Hinsicht weiter, als es die so innigen Beziehungen, in welche die Hautschichten zu den Lamellen treten, vermuthen lassen könnten. Es setzen nämlich die Hautschichten und Lamellen der Einwirkung von Kräften, die eine Lockerung der Substanz beider zu bewirken vermögen, durch die Cohäsion ihrer Masse einen sehr verschiedenen Widerstand entgegen.

Was zunächst den Cohäsionsgrad der Grundsubstanz anbetrifft, so gestattet der Umstand, dass Aleuronkörnergruppen durch einen schwachen Druck beim Beginn der Desorganisation des Körnerplasmas zum Zerfall gebracht werden und die, durch die Lichtbrechungsverhältnisse sich deutlich zu erkennen gebende Substanzarmuth der Grundsubstanz den Schluss zu ziehen, dass die aus der letzteren gebildeten Lamellen sich im Zustande eines gelatinösen, den eine Formveränderung bewirkenden Kräften fast gar keinen Widerstand entgegensetzenden Körpers befinden.

Gegen dieselben Kräfte, welche die Lockerung der noch unveränderten Lamellen bewirken können, verhalten sich die Hautschichten als relativ starre Membranen.

Ich entnehme dies daraus, dass durch das Zerreiben des Präparates mit Hilfe des Deckgläschens in den peripherischen Hautschichten von scharfen Contouren begrenzte Risse entstehen. Aus Zellen, welche durch den Schnitt zweimal getroffen wurden, gelingt es ferner durch Zerreiben des Präparates Hautschichtfetzen in Form schmaler, bandartiger, im Gesichtsfelde herumschwimmender Streifen von mitunter beträchtlicher Länge zu isoliren, welche auf der Flächenansicht an zwei gegenüberliegenden Seiten geradlinige, den Schnittflächen der Hautschichte

und unregelmässige, zackige, den Rissstellen entsprechende Begrenzungen zeigen.

Für die Entscheidung der uns beschäftigenden Frage ist jedoch dieses auf differenten Cohäsionsverhältnissen beruhende Verhalten der Hautschichten und Lamellen ohne Belang. Dieses würde als entscheidendes Moment erst dann ins Gewicht fallen, wenn die Untersuchung die stoffliche Übereinstimmung ausser Zweifel stellte.

Ich habe in letzterer Hinsicht genug zahlreiche Erfahrungen gesammelt, welche die Frage über die zwischen Lamellen und Hautschichten bestehenden Beziehungen auf Grundlage positiver Thatsachen zu entscheiden gestatten, und zwar ergeben sich diese aus dem differenten Verhalten gegen Wasser und Salzlösungen. Es ist uns in diesen Agentien ein Mittel an die Hand gegeben, leicht und einfach Verschiedenheiten in dem Verhalten dieser Theile des differenzirten Protoplasmakörpers zu demonstriren, die jedenfalls mit chemischen Verschiedenheiten in Zusammenhang gebracht werden müssen.

Ich will mich vorläufig nur darauf beschränken, auf das Verhalten der Hautschichten gegen Wasser näher einzugehen.

Gegen die Einwirkung dieses Agens besitzen die peripherischen Hautschichten und die inneren Hautschichtsäcke eine auffallende Resistenzfähigkeit. Dies lässt sich durch Behandlung trockener Schnitte mit destillirtem Wasser leicht constatiren.

In diesem Falle unterliegt das Körnerplasma einer rapid verlaufenden Desorganisation und es reicht diese Behandlung allein schon aus, um das nach der Desorganisation in Lösung übergehende Körnerplasma aus Zellen, die durch den Schnitt geöffnet wurden, fast gänzlich zu entfernen. Es erscheinen dann die peripherischen Hautschichten und häufig mit ihnen verbundene Hautschichtsäcke, als die einzigen Überreste des ursprünglichen Plasmakörpers, die der desorganisirenden und zugleich auflösenden Wirkung des Wassers unter diesem Verhältnisse Widerstand zu leisten vermochten. Die Fig. 8 bringt diese unveränderten Hautschichten, in Wirklichkeit bandartige Streifen derselben, zur Anschauung.

Das unter angegebenen Verhältnissen innerhalb geschlossener Zellhäute desorganisirte Körnerplasma gelangt in einem arg veränderten Zustand zur Beobachtung; nichtsdestoweniger sind die peripherischen Hautschichten immer noch als der Zellhaut dicht anliegende Säume erkennbar. Schon die Betrachtung durch den Schnitt verwundeter und in diesem Zustand mit Wasser behandelten Zellen lässt sich auf den ersten Blick erkennen, dass die peripherische Hautschichte der Volumzunahme der Zellhaut durch eigene Imbition zu folgen vermag, und dass die Volumvergrösserung derselben ohne Mitwirkung der endosmotischen Spannung des in der Zelle befindlichen Desorganisationsproductes zu Stande kommt. Dies ist auch der Grund, warum eine nachträgliche Verwundung der Zelle, welche die sofortige Fortschaffung des aus dem Körnerplasma hervorgegangenen Desorganisationsproductes zur Folge hat, an den Volumverhältnissen der peripherischen Hautschichte Nichts zu ändern vermag. — Die Veränderungen, welche die peripherischen Hautschichten durch die Behandlung mit destillirtem Wasser erleiden, beschränken sich auf eine nicht erhebliche sowohl in tangentialer, als auch radialer Richtung stattfindende Quellung. Auffälliger als die Letztere, verläuft diese in tangentialer Richtung, durch welche die im hohen Grad imbitionsfähige peripherische Hautschichte sich auf engbegrenzten Stellen von der Zellhaut abhebt. Auf diesen Punkten erscheinen in das Zelllumen vorspringende, jedoch abgeflachte Einfaltungen der peripherischen Hautschichte.

In manchen Punkten abweichend verhalten sich in dieser Beziehung die Hautschichtsäcke. Sie erscheinen an Stärkekörnern, welche aus geöffneten Zellen in das umgebende Wasser, in Folge der die Lösung des Körnerplasmas begleitenden Quellung befördert wurden, anfänglich als hyaline, den Stärkekörnern dicht anliegende Umkleidungen. Nach einiger Zeit beginnt der Einfluss des Untersuchungsmediums sich geltend zu machen; sie quellen in tangentialer Richtung auf und erscheinen in Folge dessen von der Oberfläche der Stärkekörner durch weite Zwischenräume getrennt, gegen welche sich die Säcke durch einen scharfen Contour abgrenzen. Der Zwischenraum ist somit nicht von einem Quellungsproduct erfüllt. Die in radialer Richtung

stattfindende Quellung vollzieht sich auf den einzelnen Punkten mit einer in vielen Fällen ungleichen Intensität. Aus diesem Grunde wechseln auf den optischen Querschnitt der hemdartig abstehenden Umkleidung dickere Stellen mit dünneren ab. Ähnliche streng localisirte Verschiedenheiten lässt auch der Verlauf der in tangentialer Richtung stattfindenden Quellung erkennen, wesshalb die Contouren des Quellungsproductes fast nie concentrisch mit denjenigen des Stärkekornes seiner optischen Durchschnittsansicht verlaufen; es lässt vielmehr der gequollene Hautschichtsack einen deutlichen welligen Verlauf seiner Contouren erkennen.

Schon aus diesem Verhalten kann gefolgert werden, dass der Hautschichtsack sich nicht in einem Zustande passiver Dehnung befindet; für seine Volumverhältnisse ist die Volumvergrösserung, welche das Stärkekorn durch Wasseraufnahme erfährt, ebenso wenig massgebend, als eine zwischen der Hautschicht und dem desorganisirten Körnerplasma bestehende Spannung, für die bei der Wasserimbition stattfindende Volumvergrösserung der ersteren.

Noch augenscheinlicher treten diese Verhältnisse an Theilstücken einmal zerschnittener in der umgebenden Flüssigkeit frei liegender Stärkekörner hervor. In diesem Falle entspricht die Gestalt des noch anliegenden Theiles des Hautschichtsackes genau der sphärischen Oberfläche des Stärkekornfragmentes; es entspricht der Rand des kappenförmigen Theiles des Sackes genau der Schnittfläche des Stärkekornes.

Wenn die Volumsvergrösserung des Sackes einer auf passiver Dehnung des letzteren beruhenden Mitwirkung des quellenden Stärkekornes benöthigte, so müsste unter diesen Verhältnissen der Rand des Hautschichtsackes von der Schnittfläche auf eine mehr oder weniger weite Strecke zurückgezogen erscheinen. Dies tritt in keinem Falle ein, vielmehr wird der Rand der Kappe in Folge länger andauernder Wassereinwirkung mehr und mehr übergreifend.

Bereits in Quellung begriffene, von den Stärkekörnern durch Zwischenräume getrennte Hautschichtsäcke, lassen anfänglich noch immer die ursprüngliche hyaline Beschaffenheit erkennen. Ihre Substanz wird entweder schon während der Quellung oder

nach Abschluss dieser körnig und schwach lichtbrechend. In letzterer Beziehung besteht nun zwischen der peripherischen Hautschicht und den Hautschichtsäcken ein wesentlicher Unterschied, welcher nur durch stoffliche Verschiedenheit der äusserlich so übereinstimmenden hyalinen Umgrenzungen erklärlich ist. Es erscheinen nämlich die peripherischen Hautschichten, sie mögen verwundete Zellen auskleiden oder als Wandbeleg durch den Schnitt nicht geöffneter, desorganisirtes Plasma enthaltender, Zellen auftreten, im Zeitpunkt, in welchem die gequollenen Hautschichtsäcke schwächer lichtbrechend und körnig wurden, als vollkommen hyaline Umkleidungen, an denen nicht die geringste Abschwächung des Lichtbrechungsvermögens, noch irgend eine, ihre ursprüngliche Structur betreffende Veränderung wahrgenommen werden kann.

Dies ist eine specifische Eigenthümlichkeit der peripherischen Hautschichten, welche sich nicht einmal auf die, in so innige Beziehung zu diesen tretenden peripherischen Hautschichtsäcke erstreckt, denn auch diese werden in Folge der Quellung in den veränderten Zustand überführt.

Die auf Abschwächung des Lichtbrechungsvermögens und den Verlust der ursprünglichen hyalinen Beschaffenheit beruhenden Veränderungen der Hautschichtsäcke unterbleiben jedoch vollständig, wenn der Wassereinwirkung unverletzte Zellen unterworfen werden. Ist diese Bedingung erfüllt, so erscheinen die Hautschichtsäcke, innerhalb des desorganisirten Körnerplasmas, als helle, den Stärkekörnern dicht anliegende Säume von der ursprünglichen Beschaffenheit, wodurch der scharfe Gegensatz, der unter anderen Umständen im Verhalten der hyalinen Umgrenzungen zum Ausdruck gelangt, gänzlich unterdrückt wird.

Aus diesem Verhalten ergibt sich auf das Bestimmteste, dass die Oberfläche der Hautschichtsäcke, ferner der in Contact mit den letzteren verbleibenden Stärkekörner, von Druckkräften ergriffen wird, welche einer, unter anderen Umständen durch Imbition zu Stande kommenden Volumvergrösserung der Hautschichtsäcke, mit überwiegender Intensität entgegenwirken.

Nun sind aber die, sammt dem desorganisirten Körnerplasma innerhalb einer geschlossenen Zellhaut befindlichen Hautschichtsäcke resistent geworden. Dies lässt keine andere Deutung des so eigenthümlichen Verhaltens zu, als die, dass durch Wassereinwirkung zu Stande kommende Veränderungen nicht früher erfolgen, als nach Überschreitung eines bestimmten Quellungsstadiums.

Und dies ist jedenfalls der Grund, warum der aus der Beschaffenheit des gelösten Antheils des Desorganisationsproductes sich ergebende osmotische Druck, den mit Quellung beginnenden und Structurveränderungen abschliessenden specifischen Verlauf der Wassereinwirkung zu modificiren vermag.

Die erwähnten Veränderungen, welche die Hautschichtsäcke durch Wassereinwirkung erfahren, erfolgen sehr rasch. Eine Lösung ihrer Substanz findet hierbei auch nach stundenlang fortgesetzter Wassereinwirkung nie statt. Es erweisen sich vielmehr die Hautschichtsäcke in ihrem veränderten Zustand als gegen Wasser vollkommen resistente Gebilde.

Gehen wir nun zu den Veränderungen über, welche durch Wasseraufnahme in den Lamellen der Grundsubstanz hervorgerufen werden. Selbstverständlich werden dabei solche Verhältnisse vorausgesetzt, unter denen thatsächlich eine auf Desorganisation beruhende Veränderung der Lamellen zu Stande kommen kann.

Ich hatte bereits Gelegenheit, zu erwähnen, dass die Wasserimbition der Zellen eines trockenen Schnittes im dicken Glycerin vom Beginn der Differenzirung bis zur vollständigen Desorganisation mit sehr geringer Geschwindigkeit erfolgt. Es ist dadurch die Möglichkeit gegeben, das so leicht veränderliche Körnerplasma in allen Stadien seiner Desorganisation einer directen Untersuchung zu unterziehen.

Früher oder später erlangen die ursprünglich polyedrischen Aleuronkörner eine abgerundete Gestalt. Das Körnerplasma besitzt dann ein wesentlich verändertes Aussehen, da der ursprüngliche einem jeden optischen oder wirklichen Querschnitt des Körnerplasmas eigenthümliche mosaikartige Bau nun gänzlich verwischt ist. An Stelle der von ursprünglich äquidistanten, den Begrenzungen der Aleuronkörner entsprechenden Contouren ein-

geschlossenen Zwischensubstanz, erfüllt nun eine schwach lichtbrechende Substanz, die zwischen den Aleuronkörnern befindlichen Interstitien nach Massgabe ihrer gegenseitigen Abstände. Die Grösse der Letzteren ist auf den einzelnen Punkten des Körnerplasmas eine sehr wechselnde. Stellenweise liegen die gerundeten Aleuronkörner über einander gehäuft. In diesem Falle befinden sich zwischen ihnen nur solche Zwischenräume, wie sie sich aus der geometrischen Gestalt bis zur gegenseitigen Berührung zusammengedrängter kugeliger Körper ergeben müssen.

Diese Veränderungen erfolgen jedoch nicht gleichzeitig auf allen Punkten des Körnerplasmas. Ich kann es als Regel bezeichnen, dass das Zustandekommen der erwähnten Veränderungen innerhalb der den Hautschichten sich unmittelbar anlegenden Aleuronkörnerschichten eine längere Zeit in Anspruch nimmt, als in den übrigen Theilen des Körnerplasmas. Es kommt den als Beleg der peripherischen und der Hautschichtsäcke auftretenden Aleuronkörnern, einschliesslich der zwischen denselben befindlichen Lamellen, eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen die desorganisirende Einwirkung des Wassers zu. Dies ergibt sich unmittelbar aus dem relativ nur wenig veränderten Aussehen dieser Belege in einem Zeitpunkt, in welchem in den übrigen Partien des Körnerplasmas, die bereits erwähnten Veränderungen zu Tage treten. Es lassen nämlich kurze Zeit, nachdem auf Abrundung der Aleuronkörner beruhende Veränderungen in der weitaus grösseren Masse des Körnerplasmas um sich gegriffen haben, die als Beleg der Hautschichten erscheinenden Aleuronkörner eine Abrundung nur auf den von den Hautschichtflächen abgewandten Seiten erkennen. Dabei erscheinen die Aleuronkörner genannter Belege noch immer durch Lamellen getrennt, deren Dimensionen genau denjenigen des ursprünglichen Zustandes entsprechen. Für dieses Verhalten sind die Umstände, unter denen die Desorganisation erfolgte, ganz und gar nicht massgebend, denn es lassen diese Verschiedenheiten in durchschnittenen Zellen befindliche Theile des Körnerplasmas ebenso deutlich wahrnehmen, wie das Körnerplasma intact gebliebener Zellen des Schnittes. Ich habe sogar die grössere Resistenzfähigkeit der in Rede stehenden Belege selbst an Gruppen von Aleuronkörnern constatiren können, die

mit Hautschichtfetzen verbunden, in dem Untersuchungsmedium frei lagen.

Ein gleichartiges Aussehen gewinnt das Körnerplasma, wegen der grösseren Resistenzfähigkeit der äussersten Aleuronkörnerschichte und der innerhalb derselben auftretenden Lamellen erst nach längerer Einwirkung des wasserhaltigen Untersuchungsmediums.

Dieser durch Abrundung der Aleuronkörner sich zu erkennen gebende Grad der Desorganisation ist der relativ geringste unter allen, in welche das Aleuronkorn nach und nach gelangt. Gleichwohl tritt uns bereits in diesem Stadium der Desorganisation das Körnerplasma als ein Körper entgegen, an dem noch andere, als die durch Abrundung der Aleuronkörper sich direct zu erkennen gebenden Veränderungen nachweisbar sind.

Es besteht nämlich im Verhalten des aus polyedrischen und kugeligen Aleuronkörnern bestehenden, im letzteren Fall bereits desorganisirten Körnerplasmas gegen Kräfte, die eine Lockerung des zwischen Aleuronkörnern und der Grundsubstanz bestehenden Zusammenhanges zu bewirken vermögen, ein auffälliger Unterschied. Zu Gruppen vereinigte, unveränderte polyedrische Aleuronkörner die aus verletzten Zellen dünner Schnitte in die umgebende Flüssigkeit gerathen, werden oft durch die Strömungen des Untersuchungsmediums erschüttert und auch fortgerissen. Dabei werden nur einzelne Aleuronkörner aus ihrem Verbande mit anderen gelöst. Ich sah aber auch solche Gruppen im unveränderten Zustande auf längeren Strecken den Bewegungen der Flüssigkeit folgen; sie wurden oft sehr weit von den Punkten, auf welchen sie von der Strömung ergriffen wurden, wieder deponirt, ohne dass der Zerfall erfolgt wäre.

Nach Abrundung der Aleuronkörner habe ich derartige Erscheinungen nie wahrnehmen können, ich sah immer nur entweder einzelne oder sehr schnell in ihre Bestandtheile zerfallende Gruppen kugeliger Aleuronkörner im Gesichtsfeld herumschwimmen.

Dieses Verhalten des noch polyedrische Aleuronkörner enthaltenden und des aus abgerundeten, in einer augenscheinlich gequollenen Substanz eingeschlossenen, Aleuronkörnern bestehenden Körnerplasmas, ist in mehr als einer Hinsicht von

Interesse. Es wird zunächst durch den Widerstand, welchen aus polyedrischen, durch helle Zwischenräume getrennten Aleuronkörner, bestehende isolirte Theile des Körnerplasmas, einer Lockerung des Zusammenhanges entgegensetzen, die Richtigkeit der von mir vertretenen Ansicht, dass diese hellen Zwischenräume einer Grundsubstanz entsprechen, über allen Zweifel erhoben. Ich werde später noch einige andere Thatsachen, die zu Gunsten dieser Auffassung sprechen, anführen. Es ergibt sich jedoch schon aus dem erwähnten Verhalten, der im isolirten Zustande in der umgebenden Flüssigkeit schwimmenden Fragmente mit voller Gewissheit, dass die Lamellen nicht von dieser, sondern von einem ganz verschiedenen Stoff gebildet werden.

Anderseits führt das Verhalten des veränderten Körnerplasmas unter denselben Umständen zur Schlussfolgerung, dass die Einwirkung des Wassers sich nicht allein auf die Aleuronkörner beschränkt. Gleichzeitig muss auch die Grundsubstanz eine Veränderung ihrer ursprünglichen Cohäsionsverhältnisse erfahren; denn sie ist bereits in diesem Stadium der Veränderungen des Körnerplasmas so gelockert, dass jetzt ein schwacher Anstoss genügt, um die Aleuronkörner aus ihrem ursprünglichen Verbande zu lösen.

Ich finde in einer Stelle der zweiten Auflage des Lehrbuches von Sachs, wo die betreffenden Verhältnisse eingehender als in der vierten besprochen werden, auf alle Fälle Nichts, woraus ich entnehmen könnte, dass die von mir als Grundsubstanz bezeichnete, die Aleuronkörner aufnehmende Substanz, dem genannten Forscher bekannt gewesen wäre. Die betreffende Stelle,[1] welche in die vierte Auflage nicht übergegangen ist, lautet wörtlich: „Zwischen den Stärkekörnern ist der Zellraum erfüllt von einer Grundmasse, welche das in essigsaurem Wasser aus Erbsen leicht ausziehende Legumin enthält; es ist offenbar das bei der Reife vertrocknete Protoplasma. Dasselbe ist aber hier keine zusammenhängende Masse, es ist vielmehr in zahlreiche kleine Körnchen zerfallen, deren jedes im Wasser aufquillt und eine Vacuole bildet, so dass die Körnchen als Blasen mit verhältnissmässig dicker Wand erscheinen."

[1] L. c., S. 52. Die erste und dritte Auflage dieses Lehrbuches stehen mir nicht zu Gebote.

In der vierten Auflage des genannten Werkes ist nur von Körnchen die Rede.[1]

Direct wahrnehmbar wird die lamellenbildende Grundsubstanz bei einiger Aufmerksamkeit und günstigen Beleuchtungsverhältnissen, wenn man isolirte Aleuronkörnergruppen in dem Zeitpunkte durch einen auf das Deckglas ausgeübten Druck zerquetscht, in welchem sich der desorganisirende Einfluss des im concentrirten Glycerin enthaltenen Wassers bereits geltend gemacht hat, was übrigens in vielen Fällen nicht nothwendig ist, da Klumpen, welche aus abgerundeten Aleuronkörnern bestehen auch von selbst zerfallen. Nach vollzogener Trennung der desorganisirten Aleuronkörner macht sich bei genügender Anstrengung des Auges, die desorganisirte, ursprünglich lamellenbildende Zwischensubstanz, als eine wolkige Trübung bemerkbar, innerhalb welcher stellenweise grössere Körnchen, die möglicherweise auch Fetttropfen sein könnten, erscheinen.

Es ist nun diese, wegen ihres sehr schwachen Lichtbrechungsvermögens nur schwer wahrnehmbare Substanz, welche keine weitere Veränderung erleidet, entweder ein Desorganisationsproduct der Zwischensubstanz, an dessen Zusammensetzung alle ursprünglich in den Lamellen vereinigten Stoffe theilnehmen, oder nur die in dem wasserhaltigen Untersuchungsmedium unlöslichen Residuen derselben. Der letzteren Auffassung über deren Richtigkeit noch weitere Untersuchungen zu entscheiden haben werden, liegt die Annahme zu Grunde, dass die unveränderte hyaline Zwischensubstanz sich aus einem optisch durch Nichts zu erkennen gebenden Gemenge im Wasser löslicher und unlöslicher Stoffe aufbaue. Würde man diese Annahme, zu deren Gunsten die bekannte, den Differenzirungszustand des Körnerplasmas fetthaltige Samen bedingende Stoffvertheilung sprechen würde, als richtig gelten lassen, so wäre der sichtbare Effect der Desorganisation der Grundsubstanz als eine Dissociation in Wasser löslicher und unlöslicher Componenten derselben zu bezeichnen. Es ist auch mit Rücksicht auf den Fettgehalt der Erbsen nicht unwahrscheinlich, dass das Residuum der Zwischensubstanz aus

[1] L. c. S. 53.

fein vertheilten Fetttröpfchen bestehe, welche die von Sachs[1] vergeblich gesuchten Fettantheile des Protoplasmas darstellen.

Mit der Überführung in diesen Zustand ist die Widerstandsfähigkeit der Lamellen gänzlich vernichtet; sie haben aufgehört zwischen den Aleuronkörnern der verbindende Kitt zu sein.

Ich habe früher bereits vorgebracht, dass die hyalinen Umkleidungen des Protoplasmas in ihrem Verhalten gegen destillirtes Wasser, dessen lösender Wirkung das Körnerplasma anheimfällt, in einem auffälligen Grade in Hinsicht ihrer Resistenzfähigkeit differiren. Bei der Behandlung trockener Schnitte mit dickem Glycerin ist von diesen Verschiedenheiten des Verhaltens nicht das Geringste wahrzunehmen. Unter diesen Verhältnissen erweisen sich die Hautschichtsäcke als vollkommen resistent gegen die Einwirkung des Wassers und es ist an denselben eine Abschwächung des Lichtbrechungsvermögens, ferner die körnige Structur, die dem veränderten Zustand eigenthümlich ist, im Zeitpunkte in welchem die Aleuronkörner bereits abgerundet erscheinen, eben so wenig zu bemerken, wie in späteren Stadien der Desorganisation des Körnerplasmas.

Die Empfindlichkeit der hyalinen äusseren und inneren Umkleidungen des Protoplasmakörpers, ferner des als Grundsubstanz bezeichneten Theiles des Protoplasmakörpers im differenzirten Zustande des Quellungsstadiums, ist somit gradweise verschieden.

In dieser Beziehung zeigen die Hautschichtsäcke ein mittleres Verhalten; sie sind nur dann resistent, wenn das Körnerplasma im dicken Glycerin oder bei directer Wassereinwirkung in geschlossenen Zellen der Desorganisation unterliegt. Konnte aber die Einwirkung des Wassers an den Hautschichten Veränderungen bewirken, so bleiben diese auf ein relativ geringes Mass beschränkt. In dieser Beziehung wird die Resistenzfähigkeit der Hautschichtsäcke selbst dann nicht von derjenigen der Grundsubstanz erreicht, wenn die Imbition des Körnerplasmas im dicken Glycerin erfolgt, in welchem sich die Structur aller Theile der letzteren noch am längsten unverändert erhält. Die vorstehenden Beobachtungen berechtigen wohl zur Schluss-

---

[1] Lehrbuch der Botanik. II. Auflage, S. 52.

folgerung, dass die den Zellhäuten und Stärkekörnern anliegenden hyalinen Umkleidungen des Körnerplasmas nicht mit der als Lamellen zwischen den Aleuronkörnern ausgebreiteten Grundsubstanz identificirt werden dürfen, da diese zum Aufbau der peripherischen Hautschicht als auch der Hautschichtsäcke, in einer das differente Verhalten gegen Wasser bedingenden, wesentlich verschiedenen Modification verwendet wird. In dieser Beziehung bestehen zwischen äusseren und inneren hyalinen Umkleidungen des Körnerplasmas und der lamellenbildenden Grundsubstanz in unserem Falle analoge Differenzen, wie sie für lebensthätige Plasmakörper in Hinsicht der Hautschicht, und der Grundsubstanz ihres Körnerplasmas, bereits durch Strasburger sichergestellt wurden.[1]

Das Protoplasma gequollener oder bereits keimender Erbsen erheischt, um der Beobachtung zugänglich gemacht zu werden, einer vorbereitenden Behandlung mit Mitteln, durch welche es gelingen kann, demselben die Quellungsfähigkeit nach dem Übergang in den differenzirten Zustand entweder gänzlich zu benehmen oder unter solche Verhältnisse zu bringen, dass die Desorganisation wenigstens während des Anfertigens der Schnitte und kurze Zeit nach ihrer Beschickung nicht erfolgen kann.

Das letztere kann durch Entwässerung gequollener Erbsen im absoluten Alkohol erreicht werden. Die Untersuchung einem derartig verbreiteten Materiale entnommener Schnitte ist im dicken Glycerin vorzunehmen. Ein äusserst geringer Wassergehalt des Alkohols ist hiebei die Hauptbedingung für das Gelingen der ganzen Procedur, wenn nicht das Protoplasma bei der Untersuchung im dicken Glycerin schon von Anfang an in einem veränderten Zustand entgegentreten soll. Dies ergibt sich unmittelbar daraus, dass zum Aufbau des gesammten Körnerplasmas in unserem Falle eine in Alkohol nicht gerinnbare Modi-

---

[1] Studien über Protoplasma, S. 28. Über Zellbildung und Zelltheilung, II. Auflage, S. 289. Im Lehrbuch der Botanik von Sachs, IV. Auflage, S. 11, wird noch die Ansicht vertreten, dass die Hautschicht von der körnchenfreien Grundsubstanz gebildet werde.

fication von Eiweissstoffen verwendet wird. Es lässt wenigstens die Thatsache, dass die Behandlung gequollener Erbsen mit Alkohol nicht die geringste Veränderung weder an dem Verhalten der Aleuronkörner noch der Lamellen gegen Wasser bewirkt, keine andere Deutung zu.

Durch die vorbereitende Behandlung unseres Objectes mit Alkohol, lässt sich eine Härtung in dem Sinne, wie eines lebensthätigen Plasmakörpers unter gleichen Verhältnissen nicht erzielen. Für die Fixirung des differenzirten Zustandes des Körnerplasmas der Erbse nach dem Quellungs-Act, ist die von Strasburger mit so grossartigem Erfolg und auch zum ersten Mal in Anwendung gebrachte, auf Behandlung mit absolutem Alkohol basirte Untersuchungsmethode des pflanzlichen Protoplasmas, nicht ausreichend.

Aus der Einwirkung des Alkohols ergibt sich in unserem Falle kein anderer Erfolg, als eine durch den Concentrationsgrad des angewandten Alkohols bedingte mehr oder weniger ausgiebige Entwässerung des Körnerplasmas, ohne dass die ursprüngliche Imbitionsfähigkeit und die mit dieser zusammenhängende Leichtigkeit des Überganges in den desorganisirten Zustand auch nur im Geringsten modificirt wären. — Anfänglich, als ich über das Verhalten des Körnerplasmas der Erbse gegen Alkohol nicht orientirt war, glaubte ich allerdings durch die fragliche Behandlung das Object so weit vorbereitet zu haben, dass verdünntes Glycerin oder Wasser als Untersuchungsmedien ausreichen könnten, um den, wie ich vermuthete, fixirten Zustand des Plasmas während der Untersuchung im unveränderten Zustand zu erhalten. Ich unterliess jedoch nicht zur Controle der Ergebnisse der Untersuchung des Objectes unter Wasser, für die entwässerten Schnitte auch das concentrirte Glycerin in Anwendung zu bringen, und so erkannte ich auch sofort, dass das entwässerte Körnerplasma in Wasser Veränderungen erleidet, die vollständig mit denjenigen übereinstimmen, welchen dasselbe vor dieser Behandlung unter denselben Bedingungen unterliegt. — Ich verfuhr zum Zweck einer möglichst gründlichen Entwässerung des Untersuchungsmaterials auf die Weise, dass ich in der Regel ganze Cotyledonen in eine grössere Quantität absoluten Alkohols brachte. Nach 2—3tägiger Einwirkung und öfterer Erneuerung

desselben waren die Cotyledonen für die Untersuchung hinlänglich vorbereitet.

Das Aussehen des Plasmas mit absolutem Alkohol behandelter Cotyledonen bei seiner Untersuchung im dicken Glycerin, welches den allmäligen Übergang des trockenen Plasmas in den differenzirten Zustand ermöglicht, ist verschieden, je nachdem dasselbe mit mehr oder weniger Wasser imbibirt ist.

In dieser Beziehung ist der Concentrationsgrad des angewandten Alkohols, die Dauer seiner Einwirkung für den Zustand des gegen Wasser noch immer sehr empfindlichen Körnerplasmas in demselben Masse bestimmend, wie der Wassergehalt des Untersuchungsmediums.

In Schnitten aus Cotyledonen, welche bis zu dem durch Einwirkung des Alkohols überhaupt erreichbaren Grade entwässert wurden, enthält das Körnerplasma immer so viel Wasser, dass in demselben bei der Untersuchung in Alkohol, die polyedrischen Aleuronkörner und die lamellenartig zwischen diesen vertheilte Grundsubstanz, deutlich zu erkennen sind. Diese Gestaltung zeigt das Körnerplasma auch im dicken Glycerin, vorausgesetzt, dass die Schnitte, Cotyledonen entnommen wurden, die in Folge der Einwirkung des absoluten Alkohols mit einer nur minimalen Wassermenge imbibirt waren.

Wird jedoch zur Entwässerung Alkohol von etwas grösserem Wassergehalt verwendet oder in nicht hinlänglichem Masse, bei Anwendung kleinerer Quantitäten Alkohols von entsprechender Concentration für öftere Erneuerung Sorge getragen, so gelangt das Körnerplasma in einem veränderten Zustand zur Untersuchung und zwar auch dann, wenn die Untersuchung in einem Medium vorgenommen wird, in welchem sich polyedrische Aleuronkörner durch längere Zeit unverändert erhalten können. In diesen Fällen sind die Aleuronkörner entweder kugelig oder bei noch höherem Wassergehalt des nicht hinlänglich zur Untersuchung vorbereiteten Gewebes sogar in einem noch erheblicheren Grade verändert. Da unter den angegebenen Umständen von einer schnell verlaufenden Veränderung durch die Einwirkung des Untersuchungsmediums nicht die Rede sein kann, so muss der veränderte Zustand des Körnerplasmas auf Rechnung der grösseren Wassermenge gesetzt werden, mit welcher das nicht genügend

entwässerte Untersuchungsmaterial noch imbibirt ist. Dies ist jedoch nicht so zu verstehen, als ob diese Veränderungen, die ein relativ höherer Wassergehalt bedingt, bereits vor der Abtrennung des Schnittes erfolgten; es ist vielmehr mit Rücksicht auf das analoge Verhalten des Körnerplasmas bei normalem Wassergehalt des Gewebes anzunehmen, dass die Veränderungen erst im Augenblicke zu Stande kommen, in welchem der ursprüngliche Gewebeverband aufgehoben wird. So bewirkt ein höherer Wassergehalt im Gewebe der Cotyledonen nach vollendetem Quellungs-Act die vollständige Desorganisation des Körnerplasmas in den für die Untersuchung bestimmten Schnitten, in welchem Zustand man das Körnerplasma in diesem Falle auch dann zur Ansicht erhält, wenn die Schnitte sozusagen in ihrem eigenen Saft untersucht werden. Erst bei einem bestimmten Minimum des Gehaltes an Imbitionswasser in dem zu untersuchenden Gewebe, unterbleibt unter übrigens gleichen Umständen die Desorganisation und es bewirkt, so lange durch die Entwässerung dieses Minimum nicht erreicht ist, ein, wie ich vermuthe nur sehr geringer Überschuss des Imbitionswassers nach Aufhebung des ursprünglichen Gewebeverbandes, Veränderungen an den Aleuronkörnern, die allerdings nicht so weit gehen, wie bei dem normalen Wassergehalt des Gewebes nach Abschluss der Quellung. Sind die nach ihrer Quellung durch die Behandlung mit Alkohol entwässerten Cotyledonen für die Untersuchung so weit vorbereitet, dass der noch vorhandene Wassergehalt an dem Körnerplasma während der Abtrennung der Schnitte keinerlei Veränderungen bewirken kann, so tritt uns in diesem Falle das Körnerplasma mit den bereits bekannten Eigenthümlichkeiten seines Baues entgegen. Seine Aleuronkörner sind polyedrisch mit ihren Flächen nahe zusammengerückt, so dass der charakteristische mosaikartige Bau allenthalben mit derselben Deutlichkeit gesehen werden kann, wie wenn der Übergang in diesen Zustand unmittelbar im Untersuchungsmedium erfolgt wäre. In dem, durch die polyedrischen hyalinen Aleuronkörner charakterisirten Differenzirungszustande erhält sich das Körnerplasma nur durch eine sehr kurze Zeit, da in diesem Falle durch die accumulative Wirkung des im Präparat und Untersuchungsmedium enthaltenen Wassers, die auf Abrundung der Aleuronkörner und

Lockerung der Grundsubstanz hinzielenden Veränderungen bereits in einem Zeitpunkt erfolgen, in welchem bei Anwendung desselben Glycerins, das trockene Körnerplasma nur stellenweise differenzirt erscheint.

Nun stellt sich uns die Frage: welchen Bau besitzt das Körnerplasma der Erbse nach Abschluss des Quellungs-Actes, also bei jenem Maximum des Gehaltes an Imbitionswasser im Gewebe der Cotyledonen, welches unter normalen Bedingungen überhaupt erreichbar ist?

Das Körnerplasma der Erbse erscheint bei der Untersuchung in Schnitten, die unmittelbar den gequollenen Cotyledonen entnommen wurden, in den weitaus zahlreichsten Fällen als ein vollkommen structurloser Körper, in welchem ein bestimmter Grad innerer Differenzirung, nur nach Entwässerung der gequollenen Cotyledonen nachweisbar ist. Es ist also in dem Körnerplasma, nach der Quellung der Cotyledonen, immer ein differenzirter Zustand vorhanden, welcher sich, so lange die letzteren mit der ganzen, bei der Quellung aufgenommenen Wassermenge imbibirt sind, nur unter den, aus dem ursprünglichen Gewebeverbande resultirenden Bedingungen unverändert erhalten kann.

Aus diesem Grunde kann der anatomische Befund nur dann zu Schlussfolgerungen über die Präexistenz oder Nichtpräexistenz feinerer Structurverhältnisse im Körnerplasma gequollener Erbsen führen, wenn durch eine vorbereitende Behandlung dieser Eigenthümlichkeit unseres Objectes Rechnung getragen wurde.

Bereits erfolgte Veränderungen des Körnerplasmas, mögen sie auch noch so geringfügig sein, werden durch die Einwirkung des Alkohols nicht rückgängig gemacht. Abgerundete Aleuronkörner werden durch die Entwässerung ebenso wenig polyedrisch, als es durch diese Behandlung der trüben Emulsion, in welche das Körnerplasma bei directer Wasserbehandlung übergeht, auch nur annähernd eine Beschaffenheit zu ertheilen gelingen könnte, welche an Structurverhältnisse erinnern würde, die dem Körnerplasma bei einem geringeren Gehalt an Imbitionswasser eigenthümlich sind. Mit Rücksicht darauf erachte ich es als ausgemacht, dass das Körnerplasma während der Quellung der Erbse anal ge

Veränderungen erfährt, wie das des trockenen Schnittes im dicken Glycerin, nur wird auch nach vollendeter Quellung des Samens im Körnerplasma ein bestimmter Differenzirungszustand nicht überschritten; es halten in diesem Falle alle weiteren Veränderungen, deren das Körnerplasma fähig ist, von dem Zeitpunkte an inne, in welchem aus dem ursprünglich structurlosen Körnerplasma polyedrische Aleuronkörner und die zwischen diesen lamellenartig auftretende Grundsubstanz hervorgingen. Dieses Structurverhältniss ist dem Körnerplasma auch im Zustande der höchsten Sättigung des aufgequollenen Gewebes, mit dem während der Quellung aufgenommenen Imbitionswasser eigenthümlich, und es ist, so lange der ursprüngliche Gewebeverband der Reservestoffbehälter nicht aufgehoben wird, das Körnerplasma derselben gegen alle Einflüsse geschützt, die eine weitergehende Veränderung zu bewirken vermögen. —

Vorgreifend einer späteren ausführlicheren Darstellung des Verhaltens der Reservestoffbehälter, bei der Keimung, in Betreff der Resorption ihres Körnerplasmas, will ich an dieser Stelle erwähnen, dass bei der Keimung unter Bedingungen, die eine selbstständige Assimilation der mit den Cotyledonen noch verbundenen Keimpflanzen gestatten, eine häufig sehr grosse Anzahl von Reservestoffbehälter für die Ernährung der Keimpflanze nicht herangezogen wird. In diesem Falle ist das durch die Keimung im Licht erschöpfte Parenchymgewebe aus zweierlei histologischen Elementen zusammengesetzt. Einmal aus Zellen, deren ursprüngliches Protoplasma bis auf einen sehr dünnen Wandbeleg reducirt ist, ferner aus Zellen, deren Lumen ein augenscheinlich gar nicht resorbirte Stärkekörner enthaltender Protoplasmakörper dicht erfüllt. Die Zellen der letzteren Kategorie will ich der Kürze wegen als V o l l z e l l e n bezeichnen.

Das Körnerplasma dieser Zellen erscheint in Schnitten aus Cotyledonen, die nach ihrer Erschöpfung in Alkohol gehärtet wurden, in der Regel als eine feinkörnige Masse, in anderen hingegen aus einer Grundsubstanz, und veränderten Aleuronkörnern zusammengesetzt. Die letzteren sind kugelig, und sie können durch die Anwesenheit einer grossen centralen oder auch excentrischen Vacuole, von normalen sofort unterschieden werden.

Das Körnerplasma der Vollzellen zeigt in Betreff seiner Gestaltung eine unverkennbare Ähnlichkeit mit den Desorganisationsproducten, welche sowohl aus dem trockenen Körnerplasma durch directe Einwirkung des Wassers, als auch aus dem bereits differenzirten der Zellen des gequollenen Samens, durch Aufhebung des Gewebeverbandes hervorgehen.

Ich muss den Zeitpunkt, in welchem das Körnerplasma der Vollzellen während der Keimung diese Veränderungen erleidet, als einen relativ späten, keineswegs mit dem Beginn der Keimung zusammenfallenden, bezeichnen und dies aus dem Grunde, weil durch meine Hände oft Cotyledonen gingen, welche zwischen den bereits im hohen Grade erschöpften Zellen auch solche enthielten, an deren Körnerplasma auch nicht die geringste Veränderung wahrgenommen werden konnte. Es erschien vielmehr in den Zellen der letzteren Kategorie das Körnerplasma in einem Zustande, welcher durchaus übereinstimmend mit demjenigen befunden wurde, in welchem dasselbe nach vollendeter Quellung des Samens überführt wird. Bis zu einem gewissen Zeitpunkt markiren sich desshalb die, später als Vollzellen erscheinenden Reservestoffbehälter durch die unveränderte Gestaltung ihres Körnerplasmas. Dieses Verhalten berechtigt wohl zur Schlussfolgerung, dass das Imbitionswasser des Gewebes seine desorganisirende Wirkung auf die ursprüngliche Beschaffenheit des Körnerplasmas gewisser Reservestoffbehälter erst in einem Zeitpunkte zu äussern vermag, in welchem die Veränderungen im Inhalt umliegender Zellen in Folge ihrer Erschöpfung, bis zu einem bestimmten Punkte gediehen sind. Für die Erhaltung der ursprünglichen, durch den auf Wasseraufnahme beruhenden Quellungsvorgang zu Stande kommenden Structurdifferenzirung des Körnerplasmas der Resorption nicht unterliegender Reservestoffbehälter, ist somit der Gewebeverband nicht ausreichend; es verliert vielmehr das Körnerplasma später als Vollzellen auftretender Reservestoffbehälter seine Resistenz gegen die Einwirkung des im Gewebe enthaltenen Imbitionswassers, nachdem die aus der Keimung sich ergebenden Veränderungen in den umliegenden Zellen einen bestimmten Grad erreicht haben.

Der Erklärung dieses, auf dem Verluste der Resistenzfähigkeit beruhenden Verhaltens des Körnerplasmas im Gewebeverbande befindlicher Reservestoffbehälter, könnten zwei Annahmen zu Grunde gelegt werden:

1. Die Imbition des Körnerplasmas der betreffenden Zellen wird bis zu einem gewissen Zeitpunkte durch die, den vitalen Zustand dieser Zellen bedingenden Vorgänge geregelt, und es ergeben sich erst aus dem Verluste der Vitalität die Bedingungen, unter denen das Körnerplasma der desorganisirenden Einwirkung des im Gewebe enthaltenen Imbitionswassers unterliegt.

2. Der längere Bestand der Structurdifferenzirung im Körnerplasma ergibt sich aus Ursachen, die mit Vitalitäts-Erscheinungen nicht im Zusammenhange stehen, und es verhält sich in dieser Hinsicht das Körnerplasma bis zu einem bestimmten Zeitpunkt analog mit demjenigen im Quellungsstadium, da im letzteren die ersten Regungen des Keimlebens erst nach Überführung in denselben Zustand innerer Differenzirung beginnen.

Eine dritte Möglichkeit, dass Vollzellen nur aus solchen Reservestoffbehältern hervorgehen, denen die Fähigkeit, in den vitalen Zustand zu übergehen, aus der einen oder anderen Ursache abgeht, und die gewissermassen zur Metamorphose in Vollzellen prädestinirt sind, kann bei der Erörterung der uns beschäftigenden Frage nicht in Betracht kommen, da, wie ich bereits erwähnte, das Erscheinen der Vollzellen mit ganz bestimmten äusseren Bedingungen der Keimung zusammenhängt.

Im Keimungsstadium, in welchem die Wurzel aus dem Samen hervorbricht, befindet sich das Körnerplasma der Reservestoffbehälter noch immer in demselben Zustande, in welchem es durch die Quellung überführt wurde; Differenzen in Betreff der Gestaltung des Körnerplasmas, wie sie durch die bei der Keimung im Licht stattfindende Vollzellbildung bedingt sind, machen sich erst dann bemerkbar, wenn die Keimwurzel die Länge von ca. 10 Mm. erreicht hat. Ist die Entwickelung des Keimes bereits so weit vorgeschritten, so erscheinen zwischen Zellen, in deren Körnerplasma nun auf Resorption beruhende Veränderungen auf das Deutlichste wahrgenommen werden können, auch solche, deren Körnerplasma noch immer nicht aus dem dem Quellungsstadium entsprechenden Zustande herausgetreten ist. Dies sind

die späteren Vollzellen des seiner Erschöpfung entgegengehenden Parenchyms

Dies vorangeschickt, wollen wir zunächst die Annahme prüfen, ob die Erhaltung der durch die Quellung erlangten Structurdifferenzirung durch längere Zeit mit der Vitalität dieser Zellen in Zusammenhang gebracht werden dürfe. Die Thatsache, dass das gequollene, noch nicht vital gewordene Körnerplasma der mit Desorganisation abschliessenden Einwirkung des im Gewebe enthaltenen Imbitionswassers unterliegen kann, ist noch kein Beweis gegen die Richtigkeit der Annahme, dass das Körnerplasma, welches dieselbe Structurdifferenzirung besitzt, durch seine Vitalität an Resistenz gegen die Einwirkung desselben Agens gewinne.

Dagegen sprechen jedoch auf das Entschiedenste die Resultate einiger Versuche mit keimenden Erbsen, aus denen die Wurzel soeben hervorzubrechen begann. In diesem Keimungsstadium sind alle Differenzen, die späterhin zwischen sich erschöpfenden und intact bleibenden bestehen, vollkommen unterdrückt; es besitzt das Körnerplasma aller Zellen denselben Zustand innerer Differenzirung, und es ist anzunehmen, dass allen Zellen die Betheiligung an Lebensvorgängen in gleichem Masse zufällt.

Das Durchschneiden der Cotyledonen im angegebenen Keimungsstadium befindlicher Erbsen hat die Desorganisation des Körnerplasmas in allen Zellen zur Folge, die sich unmittelbar unter der, durch den Schnitt getroffenen Zellschichte befinden. Es kann sich sogar die Desorganisation von der durch den Schnitt freigelegten Zelllage bis zu einer grösseren Tiefe in das Innere des Gewebes fortpflanzen. Analog verhält sich das Körnerplasma innerhalb ganz geschlossener Zellen, der Cotyledonen keimender Erbsen entnommenen Schnitte. Ähnliche Resultate ergaben auch Verwundungen der Cotyledonen beim Beginn der Keimung, die ihnen auf verschiedenen Punkten durch Nadelstiche oder Einschnitte mit feinen Lanzetten beigebracht wurden. Die Untersuchung der verwundeten Cotyledonen, die selbstverständlich erst nach der Entwässerung in Alkohol vorgenommen wurde, ergab im Körnerplasma der im Bereiche der Wundflächen befind-

lichen Zellen analoge Veränderungen, wie sie auch dem desorganisirten Körnerplasma der Vollzellen eigenthümlich sind.

Es kann mit Rücksicht auf dieses Verhalten des bereits vital gewordenen Körnerplasmas wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Bedingungen, unter denen sich während des ersten Keimungsstadiums eine bestimmte Structurdifferenzirung im Körnerplasma erhalten kann, ebenso wenig mit seiner Vitalität in Zusammenhang gebracht werden dürfen, als die während der Quellung des Samens erfolgende Differenzirung.

Die zweite Annahme, über deren Zulässigkeit die eben vorgebrachten Gründe entscheidend sein dürften, lässt zwei Fragen, die übrigens ganz irrelevant sind, unberührt. Es ist nämlich a priori denkbar, dass erst die Desorganisation dem vitalen Zustand des aus dem Quellungsstadium nicht heraustretenden Körnerplasmas der späteren Vollzellen ein Ende mache, nachdem die Lebensvorgänge sich in diesen Zellen mit so bedeutend herabgestimmter Intensität vollzogen haben, dass die Veränderungen in Folge dieser auf ein sehr geringes, direct nicht zu beurtheilendes Mass beschränkt blieben. Ich getraue mir nicht zu, in dieser Hinsicht ein bestimmtes Urtheil abzugeben; ich erachte es jedoch für wahrscheinlicher, dass es für die Reservestoffbehälter, aus denen Vollzellen hervorgehen, mit den ersten Regungen des Keimlebens sein Bewenden habe, und dass die Desorganisation erfolgt, nachdem der Plasmakörper schon früher seine Vitalität eingebüsst hat.

Für die Erklärung der Ursachen, welche die Resistenzfähigkeit des Körnerplasmas gegen die Einwirkung des im Gewebe enthaltenen Imbitionswassers, während der Quellung beim Beginne der Keimung und in einer gewissen Kategorie von Zellen in einem noch späteren Zeitpunkt bedingen, dürfen specifische Vitalitätsäusserungen der Protoplasmakörper nicht herangezogen werden, es ist vielmehr anzunehmen, dass aus der Organisation des Samens sich ergebende Einrichtungen mechanischer Natur die Imbition des Protoplasmas so lange zu regeln vermögen, als überhaupt in diesem eine bereits im Quellungsstadium vorhanden gewesene Structur besteht.

Unter diesem Gesichtspunkte ist der längere Bestand des Differenzirungszustandes des Körnerplasmas späterhin als Vollzellen erscheinender Zellen keine wunderbarere Thatsache, als das Verhalten des gegen die Einwirkung des Wassers so empfindlichen Körnerplasmas bei der Quellung und in den ersten Keimungsstadien der Erbse.

Aus dem eben vorgeführten Verhalten des Körnerplasmas ergibt sich aber auch mit vollkommener Sicherheit, dass das Wasser seiner deformirenden Wirkung nur unter bestimmten Bedingungen äussern kann, dass ferner die Modalitäten unter denen sich die Wasseraufnahme in einem quellenden Samen und einem zur mikroskopischen Beobachtung bestimmten Präparate vollziehen, wesentlich verschieden sein müssen.

Bei der Untersuchung des trockenen Körnerplasmas bei seinem Übergang in den differenzirten Zustand, kommt es hauptsächlich darauf an, alle Umstände auszuschliessen, aus denen sich eine allzureiche Wasserzufuhr ergeben könnte. Ich habe dies noch auf die Weise erreicht, dass ich trockene, am Objectträger liegende Schnitte mit feuchten Schnitzeln von Lösch- oder Filtrirpapier in Contact brachte. Zum Zwecke der Beobachtung wurde das Deckgläschen so aufgelegt, dass ein Theil der wasserzuführenden Papierfetzen frei blieb; so ist man in Stand gesetzt, durch Betupfen des Papiers mit Wasser die Imbition zu beschleunigen, oder wenn sich die Aufnahme des Wassers zu schnell vollziehen sollte, durch Auflegen trockener Papierschnitzel dieselbe herabzumindern. Der Zustand, in dem sich das trockene Präparat befindet, erschwert selbstverständlich einen genaueren Einblick in alle Theile desselben; man bleibt während der Beobachtung gewöhnlich nur auf sehr engbegrenzte Stellen beschränkt. — Das lufttrockene Plasma erscheint innerhalb der durch die lufterfüllten Intercellulargänge sich mit hinlänglicher Deutlichkeit markirenden Zellgrenzen, als eine sehr stark lichtbrechende Masse, an welcher beiderlei Hautschichten mit der grössten Deutlichkeit, namentlich an zweimal durchschnittenen Zellen angehören Inhaltskörpern, wahrgenommen werden können. Das von den hellen

Hautschichtsäumen eingeschlossene Körnerplasma lässt keinerlei Differenzirung erkennen, es erscheinen vielmehr die Aleuronkörner und die Lamellen der Grundsubstanz zu einer durchaus homogenen Masse verschmolzen, welche in Betreff der Färbung analoge Beziehungen zu der des Samens erkennen lässt, wie das Aleuronkorn des bereits durch Wasseraufnahme differenzirten Körnerplasmas.

Das Körnerplasma innerhalb der Zellen, die sich mit den feuchten Papierfasern in unmittelbarem Contact befinden, kommt in der Regel in einem bereits desorganisirten Zustand zur Beobachtung. In den entfernteren Partien macht sich der differenzirte Zustand zwar bemerkbar, jedoch immer nur auf Stellen von sehr geringer Ausdehnung. Dabei sieht man, bevor noch die von bedeutender Volumzunahme alle Theile der Zelle begleitete Desorganisation zu Stande gekommen ist, den differenzirten Zustand stellenweise mehr und mehr undeutlich werden und schliesslich sogar verschwinden, worauf diese Partie des Körnerplasmas zu ihrer ursprünglichen structurlosen Beschaffenheit zurückkehrt.

Der Verlauf der Quellung, der mit dieser zusammenhängende Übergang in den differenzirten Zustand, sowie die später stattfindenden Veränderungen sind somit unter diesen Verhältnissen streng localisirt. Ich vermuthe, dass dies durch zwei Ursachen bedingt sein muss. Einmal durch die Verbindung der bereits quellenden Partien des Schnittes mit trockenen, und durch die Art der Wasserzufuhr. Es können unter diesen Umständen einzelne Partien des Schnittes nur allmälig und nicht gleichzeitig der Quellung unterliegen, was allerdings der Fall ist, wenn man die trockenen Schnitte mit dickem Glycerin eindeckt. — Es ist ferner unter diesen Umständen nicht möglich, dem Verluste an Wasser entgegenzuwirken, welchen die bereits differenzirten Partien durch die Verdunstung desselben erleiden. Dadurch wird der frühere structurlose Zustand wieder hergestellt, dabei verliert aber das bereits differenzirt gewesene Körnerplasma jedoch für immer die Fähigkeit, in den differenzirten Zustand von Neuem zu übergehen, wie sich dies auch aus der Untersuchung nach der Quellung ausgetrockneter Erbsen in dickem Glycerin ergab. So ist es erklärlich, warum bei der angegebenen Behand-

lungsweise dicht neben differenzirten Partien auch solche von vollkommener structurloser Beschaffenheit erscheinen. Diese Ungleichheiten im Körnerplasma einer Zelle gewähren den Anschein, als befände sich ein Theil desselben im desorganisirten Zustande. — Alle diese Übelstände, welche sich aus der ungleichmässig fortschreitenden Quellung und der Verdunstung ergeben dürften, werden durch Anwendung des Glycerins vermieden.

Man erblickt auch stellenweise in der structurlosen Masse des Körnerplasmas im Zickzack verlaufende helle Linien. Durch diese werden nach dem Zusammentreffen oft polygonale aus noch unverändertem Körnerplasma bestehende Felder abgegrenzt, deren Grösse die der Aleuronkörner bedeutend übertrifft. Nach einiger Zeit setzen sich diese hellen, der bereits local gequollenen Grundsubstanz entsprechenden Linien, seitlich in die noch undifferenzirte Masse des Körnerplasmas fort; dabei können die erwähnten, grösseren polygonalen Felder eine bereits mehrfach besprochene, im wasserimbibirten Zustand vorhandene Structurdifferenzirung erlangen. — Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieser Gang der Differenzirung demjenigen bei der Quellung ganzer Samen entspricht, da ja auch im letzteren Falle, wegen der festen Verbindung der bereits gequollenen äusseren Partien mit noch trockenen, innere Verhältnisse bestehen, aus denen sich ein ähnlicher Verlauf der auf Wasseraufnahme beruhenden Differenzirung ergeben könnte.

Beim Beginne der Quellung erscheint das Körnerplasma durch dunkle, zu polygonalen Figuren zusammenschliessende. Linien gefeldert, die sich allmälig zu hellen, den Lamellen entsprechenden Zwischenräumen erweitern. Die Grösse der Aleuronkörner bleibt während dieser Vorgänge stationär.

Es gewährt demnach der Verlauf der Quellung den Anschein, als würde sich die Wasserimbition beim Übergange des Körnerplasmas in den differenzirten Zustand mit grösserer Intensität in den Lamellen als in den Aleuronkörnern vollziehen, für welche Auffassung nicht nur die länger andauernde Quellung in den Lamellen, sondern auch das Hervorgehen dieser aus der dichten Masse des structurlosen trockenen Körnerplasmas als

Gründe von einiger Stärke wohl bestimmend sein dürften. Da ferner die polyedrischen Aleuronkörner in Betreff ihres Lichtbrechungsvermögens wenig oder wenigstens in einem direct nicht wahrnehmbaren Grade von demjenigen des trockenen Körnerplasmas differiren, so können wir den ganzen Differenzirungsvorgang im Körnerplasma als eine unter dem Einflusse der beginnenden Quellung desselben stattfindende Sonderung dichterer Partien, der Aleuronkörner, von den substanzärmeren Theilen, den Lamellen der Grundsubstanz, bezeichnen.

Wenn ich den Verlauf der, in beiderlei Hautschichten übergehenden und zu einem für die Aufnahme der Aleuronkörner bestimmten Kammersysteme zusammentretenden, Lamellen der Grundsubstanz des Körnerplasma in Betracht ziehe, so gewährt es für mich den Anschein, als würde der höheren Quellungsfähigkeit der Lamellen, eine Anpassung für eine physiologische Function und zwar für die Leitung des von den peripherischen Hautschichten bei der Quellung des Samens aufgenommenen Wassers, nach den inneren Theilen des Körnerplasmas zu Grunde liegen.

Es scheinen zu Gunsten dieser Annahme, die ich übrigens selbst nur für eine Hypothese ansehe, zwei Umstände zu sprechen. Einmal die verhältnissmässig sehr geringe Imbitionsfähigkeit der Theile des Protoplasmas, aus welchen während der Quellung die Aleuronkörner hervorgehen, und andererseits ihre Anordnung, aus der sich eine bestimmte Beziehung zu den fraglichen Vorgängen gar nicht ableiten lässt. Ich erachte es vielmehr für wahrscheinlicher, dass die lamellenbildende Grundsubstanz, die durch ihre Vertheilung das Zustandekommen eines das ganze Körnerplasma durchsetzenden Canalsystems ermöglicht, in Verbindung mit ihrer höheren Imbitionskraft, den in Betreff der Function einer ausgiebigeren Fortleitung des Wassers zu stellenden Anforderungen vollkommen genügen könnte.

Der ganze unter den Augen des Beobachters bei langsamer Wasserzufuhr im Körnerplasma erfolgende Differenzirungsvorgang lässt, wenn wir nur den äusseren, durch die Wasseraufnahme bewirkten Effect ins Auge fassen, eine Analogie mit dem Verhalten trockener, geschichteter oder gestreifter Zellhäute und Stärkekörner unter denselben Verhältnissen erkennen. Und

diese Übereinstimmung des Verhaltens ist eine so weitgehende, dass, wenn überhaupt durch die Untersuchung die stoffliche Identität der Lamellen und Aleuronkörner sichergestellt würde, eine Hypothese über den micellaren Bau des uns beschäftigenden Körnerplasmas aus Gründen der Analogie, aus der Theorie Nägeli's über den micellaren Bau der Zellhäute und Stärkekörner abgeleitet werden könnte. Wäre diese Voraussetzung, die allein über die Zulässigkeit eines derartigen Erklärungsversuches für die aus der Imbition des Körnerplasmas sich ergebenden Erscheinungen entscheidend ist, richtig, so müsste der aus der Wasseraufnahme sich ergebende differenzirte Zustand als Resultat der ungleichen, durch micellare Verschiedenheiten bedingten Imbitionsfähigkeit aufgefasst werden. Es müsste, wenn die Theorie Nägeli's mit allen ihren Consequenzen auf den micellaren Bau des Körnerplasmas der Erbse übertragen werden dürfte, angenommen werden, dass die Lamellen aus kleineren, die Aleuronkörner aus grösseren, durch Wasserhüllen differenter Mächtigkeit getrennten Micellen bestehen, dass ferner das Imbitionswasser zu der Structurdifferenzirung des Körnerplasmas, vermöge seiner ungleichen Vertheilung, in dasselbe Verhältniss trete, wie das Imbitionswasser zu den Schichten differenten Lichtbrechungsvermögens der Zellhäute und Stärkekörner Dies ist der Grundgedanke einer der Micellartheorie Nägeli's angepassten Auffassung, die ich zur Zeit, als mir irgend welche Unterschiede in Hinsicht des chemischen Verhaltens der Grundsubstanz und Aleuronkörner nicht bekannt waren, als zulässig erachtete, wenigstens insoferne, als sie einstweiligen Ersatz für bestimmtere Anschauungen bieten und auch in dieser Form, den bei der Wasseraufnahme erfolgenden Differenzirungsvorgang dem Verständnisse näher bringen konnte. — Und wenn Erwägungen, die nur die wechselnden Cohäsionsverhältnisse des lebensthätigen Plasmakörpers betreffen, zu Vorstellungen über den micellaren Bau führen konnten, durch welche derselbe unter das von Nägeli für die Zellhäute und Stärkekörner aufgestellte Schema gebracht wird — die also als etwas mehr gelten müssten, als blosse Deductionen aus allgemeinen Anschauungen über die Discontinuität der organisirten Materie — in einem wie viel höheren Grade müsste dann das Verhalten des Körnerplasmas

der Erbse bei der Wasseraufnahme zu ähnlichen Schlussfolgerungen berechtigen, wenn die Frage nach der stofflichen Beschaffenheit der Lamellen und der Aleuronkörner durch die sichergestellte chemische Gleichartigkeit der Substanz beider ihre Erledigung fände!

Es gibt meines Wissens kaum ein anderes, der Kategorie der Protoplasmakörper angehöriges Object, mit welchem die bewusste Vorstellung durch micellare Verschiedenheiten bedingter Eigenthümlichkeiten der Organisation, in nähere Beziehungen gebracht werden könnte.

Gegen die Annahme, dass die Lamellen der Grundsubstanz und die Aleuronkörner aus gleichartiger Substanz bestehen, und dass im differenzirten Zustande des Körnerplasmas lediglich durch ungleichen Wassergehalt bedingt optische Verschiedenheiten zum Ausdrucke gelangen, spricht auf das Entschiedenste das Verhalten des Körnerplasmas gegen concentrirte Essigsäure.

Durch Behandlung trockener Schnitte mit concentrirter Essigsäure kommen die, dem gequollenen Körnerplasma eigenthümliche Structurverhältnisse in einem unveränderten Zustande zur Anschauung. Das Körnerplasma besitzt jedoch unter diesen Umständen ein für die Wirkungskreise der Essigsäure sehr charakteristisches Aussehen. Es verhält sich nämlich das Essigsäure-Präparat zu dem im concentrirten Glycerin in den differenzirten Zustand übergangenen Körnerplasma, in Hinsicht der Vertheilung der Partien differenten Lichtbrechungsvermögens etwa so, wie das positive Bild zum negativen einer Photographie, da unter diesen Verhältnissen eine vollständige Umkehrung der normalen Dichtigkeitsunterschiede zu Stande kommt.

Die Hautschichten unterliegen bei dieser Behandlung einer schwachen Quellung; in Folge dieser erscheinen sie in Essigsäure-Präparaten mit einer Deutlichkeit, wie sie durch kein anderes von mir in Anwendung gebrachtes Reagens hervorgerufen werden kann.

Um Vieles erheblicher sind die im Körnerplasma bewirkten Veränderungen. Dieses lässt nun den mosaikartigen Bau der Wasserpräparate nicht mehr erkennen; es erscheint vielmehr durch helle, scharfcontourirte, der ursprünglichen Grundsub-

stanz entsprechende Lamellen, in polyedrische Kammern zerlegt, deren Lumen der Gestalt der scheinbar ganz verschwundenen Aleuronkörner entspricht. Das durch concentrirte Essigsäure veränderte Körnerplasma gewährt fast den Anblick einer differenzirten Zellenmasse: man könnte die peripherischen Kammern mit der anliegenden Hautschicht, die eine grössere Dicke als die in dieselbe verlaufenden Lamellen der Grundsubstanz besitzt, mit einer Epidermis, das innere Kammersystem mit seinen grossen, die Stärkekörner aufnehmenden Lacunen mit dem Grundgewebe vergleichen.

Die Betrachtung des in unverletzten Zellen enthaltenen veränderten Körnerplasmas allein ist nicht ausreichend, um zu einer bestimmten Aussage in Hinsicht der Qualität des Inhaltes der Kammern führen zu können, es bleibt unter diesen Umständen zweifelhaft, ob die Kammern von der umgebenden Flüssigkeit oder einer mit der letztern in Hinsicht des Lichtbrechungsvermögens übereinstimmenden, qualitativ jedoch differenten, Substanz erfüllt sind. — Die Lichtbrechungsverhältnisse der Hautschichten und der Lamellen sind nahezu gleich; an Essigsäure-Präparaten treten daher die Lamellen der Grundsubstanz auf allen Punkten des Körnerplasmas mit einer überraschenden Schärfe auf. Bei der Betrachtung des durch Essigsäure veränderten in zweimal durchschnittenen Zellen befindlichen Körnerplasmas, gewähren die Lamellen den Anblick eines im ganzen Raum zwischen der peripherischen Hautschichte und den Hautschichtsäcken der Stärkekörner ausgespannten von den hyalinen Umkleidungen des Protoplasmakörpers ausgehenden Netzgerüstes. Zerreibt man das mit Essigsäure behandelte Präparat mit Hilfe des Deckglases, so können aus dem zerrissenen Kammersysteme des Körnerplasmas, die scheinbar ganz verschwundenen Aleuronkörner isolirt werden und man erkennt sofort, dass die durch Essigsäure veränderten Aleuronkörner in Betreff ihrer Gestalt mit den ursprünglichen vollkommen übereinstimmen, und von den letzteren nur durch ein viel geringeres, mit dem der angewandten Zusatzflüssigkeit fast übereinstimmendes Lichtbrechungsvermögen differiren. So erklärt sich ihre scheinbare Abwesenheit in dem, durch die stark lichtbrechenden Lamellen gebildeten Kammersystem.

Ich will noch bemerken, dass in Folge der Behandlung mit Essigsäure kein Theil des Protoplasmas seine ursprüngliche hyaline Beschaffenheit verliert.

Aus dem eben Mitgetheilten geht zur Evidenz hervor, dass die Grundsubstanz und die Aleuronkörner qualitativ nicht identisch sind. Es wäre sonst nicht zu erklären, warum diese Theile des differenzirten Protoplasmas in einem so ungleichen Grade verändert werden. Diese Verschiedenheiten im Verhalten gegen Essigsäure sind durch den ungleichen Gehalt an Stoffen bedingt, welche dem Körnerplasma durch Essigsäure entzogen werden können, und zwar muss angenommen werden, dass die Grundsubstanz die in Essigsäure löslichen Stoffe entweder nur in sehr geringer Menge oder auch gar nicht enthält, dass ferner diese Stoffe in der grössten Menge in den Aleuronkörnern vorhanden sind.

Aus diesem Grunde verliert die Annahme, dass in dem Baue des Körnerplasmas nach vollendeter Quellung desselben, nur in der physikalischen Beschaffenheit seiner Theile begründete Verschiedenheiten zum Ausdrucke gelangen, dass ferner die im Quellungsstadium vorhandene Differenzirung nur als ein optischer Effect angesehen werden dürfe, an Wahrscheinlichkeit.

So ist der endgiltige Entscheid gewonnen, dass Organisationsverhältnisse allein für die Beschaffenheit des Körnerplasmas im wasserimbibirten Zustande nicht massgebend sein können, da angenommen werden muss, dass auch eine, auf der chemischen Beschaffenheit der Grundsubstanz und der Aleuronkörner beruhende, Substanzdifferenzirung die Imbitionsfähigkeit dieser Theile beeinflusst.

Nach Überführung in den beschriebenen Zustand ist der Plasmakörper in allen seinen Theilen keiner weiteren Veränderungen fähig, sie unterbleiben auch stundenlang fortgesetzter Einwirkung der Essigsäure.

Die Volumverhältnisse des Körnerplasmas in Essigsäure-Präparaten entsprechen genau denjenigen, welche so, lange das Körnerplasma polyedrische, durch äquidistante Lamellen der Grundsubstanz getrennte Aleuronkörner enthält, nicht überschritten werden können. Ferner besitzen die polyedrischen Kammern und die, diese einschliessenden Lamellen, genau

dieselben Dimensionen, welche diese Theile bis zu einem gewissen Zeitpunkte innehaben, wenn das trockene Körnerplasma durch Wasserimbition den Zustand normaler Differenzirung erlangt.

Das Körnerplasma der Essigsäure-Präparate ist ferner gegen die Einwirkung von Wasser resistent; es befindet sich nach Umkehrung der Lichtbrechungsverhältnisse in einem so vollkommen fixirten Zustand, dass eine Quellung desselben in Folge nachträglicher Behandlung mit Wasser gänzlich unterbleibt. Unter diesen Verhältnissen ist die Quellung nur auf die Zellhäute beschränkt, und es erscheinen diese, wenn ihre Quellung innehält, von den ihr Volum nicht verändernden Plasmakörpern durch weite Zwischenräume getrennt.

Dadurch ist ein Massstab gewonnen, welcher der Beurtheilung der Volumverhältnisse des Plasmakörpers vor und nach der Desorganisation unmittelbar zu Grunde gelegt werden kann.

Wird ein trockener Schnitt, mit dem structurlosen Körnerplasma seiner Zellen, selbst in das für die Erhaltung der Strukturverhältnisse des letzteren nach vollzogener Quellung geeignetste Medium gebracht, so schreitet die Wasseraufnahme und die durch diese bewirkte Desorganisation unaufhaltsam fort. Dabei bleibt aber das Lumen der Zelle, auch wenn die Desorganisation bei ihrem Schlussacte angelangt ist, immer von dem Plasmakörper erfüllt, welcher der Volumzunahme der Zellhaut unter diesen Verhältnissen Schritt für Schritt folgt. Es ist mir nie vorgekommen, dass bei der allmälig sich vollziehenden Desorganisation die Zellhaut von dem Plasmakörper abgehoben worden wäre. Dies erklärt sich daraus, dass die peripherische Hautschichte durch eigene Imbition, das Körnerplasma durch seine Quellung, die aber zur Dehnung der Hautschichte Nichts beiträgt, ihr Volum in einer Weise vergrössern, dass eine stete Raumerfüllung der Zelle zu Stande kommt.

Es ergibt sich nun aus der Volumverschiedenheit der Zellhaut und Plasmakörpers nach der Quellung im Wasser des zuvor mit Essigsäure behandelten Präparates, dass dem Plasmakörper im differenzirten Zustande des Quellungsstadiums ein kleineres Volum als dasjenige entspricht, welches der Plasmakörper in Folge der Desorganisation überhaupt erreichen kann.

Daraus ziehe ich den Schluss, dass eine Desorganisation des Plasmas in Folge der Wasseraufnahme nur dann erfolgen kann, wenn dasselbe seine Quellungsfähigkeit unbeeinflusst zu äussern vermag, dass ferner der jeweilige Zustand, in welchem uns dasselbe innerhalb geschlossener Zellen der Schnitte entgegentritt, mit Volumverhältnissen der Zellen direct zusammenhängen müsse. Ich habe diesen Gedankengang einer, im weiteren Verlaufe meiner Darstellung auszuführenden Hypothese der Ursachen der Desorganisation des Körnerplasmas zu Grunde gelegt, und ich glaube diese folgerichtig aus den Beziehungen zwischen dem Volum der Zellen und den diesen entsprechenden Zuständen des Körnerplasmas entwickeln zu können. So habe ich die ganze Frage, der Ursachen der Desorganisation und der Resistenz des Körnerplasmas im Gewebeverbande befindlicher Zellen darauf hinausgetrieben, dass ich untersuchte, ob in Hinsicht der Bedingungen, unter denen eine Volumvergrösserung der Zellen, und die Desorganisation des Körnerplasmas thatsächlich erfolgen, ein derartiger Parallelismus besteht, dass aus diesem ein Causalzusammenhang hergestellt werden kann.

Dies war der Weg, welchen ich bei der Behandlung der einschlägigen Fragen befolgte. Es sei mir gestattet, hier als vorläufige Mittheilung einzuschalten, dass alle durch die Organisation der Erbse bedingten Einrichtungen mechanischer Natur, die eine weitergehende Wasseraufnahme im Körnerplasma zu verhindern vermögen, darauf beruhen, dass unter den aus dem Gewebeverbande resultirenden Bedingungen, das Volum der einzelnen Reservestoffbehälter, während der Quellung und beim Beginne der Keimung, von dem Zeitpunkte an, in welchem die Differenzirung des Körnerplasmas bereits vorhanden ist, keiner weiteren Vergrösserung mehr fähig ist.

Ich will hier noch Einiges über die Wirkungsweise der concentrirten Essigsäure auf das Körnerplasma lufttrockener Samen von *Paeonia peregrina, officinalis, Lupinus luteus* und *Allium obliquum* notiren.

Der Effect ist in allen diesen Fällen derselbe und ich glaube in der concentrirten Essigsäure, wo es auf das Studium der

Differenzirungszustände des Körnerplasmas jedweder Kategorie von Samen ankommt, ein Mittel gefunden zu haben, welches einer ausgedehnten Anwendung fähig ist.

Die wahrnehmbaren Veränderungen beschränken sich in allen von mir speciell beobachteten Fällen nur auf die auch im Körnerplasma der Erbse zu Stande kommende Umkehrung der ursprünglichen Lichtbrechungsverhältnisse. Es erscheint daher das Körnerplasma in Essigsäure-Präparaten der angegebenen Samen, mit Ausnahme desjenigen von *Allium obliquum*, aus polyedrischen Kammern zusammengesetzt, deren Wände wieder den gar nicht oder doch nur wenig veränderten Lamellen entsprechen.

Nur das lufttrockene Körnerplasma der Samen von *Allium obliquum* verhält sich etwas abweichend in letzterer Hinsicht. Man erblickt in diesem Falle im Körnerplasma, an Stelle der polyedrischen Kammern kugelige, schwach lichtbrechende Hohlräume, dass man fast glauben könnte, ein durch Vacuolen schaumig gewordenes Körnerplasma vor sich zu haben.

Eine Lösung der Aleuronkörner findet hiebei nicht statt; es gelingt durch nachträgliches Zerreissen der Präparate aus den Kammern die substanzarmen, weiter nicht veränderungsfähigen Skelette der früheren Aleuronkörner in Menge zu isoliren.

Gegen Wasser verhält sich das Körnerplasma der angegebenen Samen nach der Behandlung mit Essigsäure ebenso indifferent wie das der Erbse.

Die Frage über die Natur der Stoffe, die den Aleuronkörnern durch die Essigsäure in so hohem Grade entzogen werden, will ich mit dem Hinweise auf die bekannte Löslichkeit der, der Caseïngruppe angehörigen Proteinstoffe, in concentrirter Essigsäure bewenden. Mit Rücksicht auf diese Eigenschaft der wesentlichen Componenten der Aleuronkörner dürfte die Annahme, dass der Substanzverlust der Aleuronkörner unter den angegebenen Verhältnissen durch die Anwesenheit derartiger Proteinstoffe bedingt sei, wohl zulässlich sein. — Die mikrochemischen Eigenschaften der Residuen habe ich nicht näher untersucht. Ich kann in dieser Beziehung nur so viel angeben, dass der in Essigsäure unlösliche Rückstand der Aleuronkörner sich mit Jodtinktur braun färbt.

Für das Studium des Verhaltens der Aleuronkörner bei der Quellung der Samen, sind natürlich die Aleuronkörner von *Lupinus luteus*, ihrer bedeutenden Grösse wegen, sehr günstige Objecte. Die in dieser Beziehung mit den Samen von *Lupinus luteus* erhaltenen Resultate sind mit den bereits besprochenen, die Erbse betreffenden, durchaus übereinstimmend und ein weiterer Beleg für die Richtigkeit der Anschauung, dass die durch Wasseraufnahme in den Aleuronkörnern eines Schnittes bewirkten Veränderungen, nicht als Massstab angesehen werden dürfen, nachdem das Verhalten der Aleuronkörner während des Quellungsactes zu beurtheilen wäre. Das Unrichtige dieser übrigens sehr nahe liegenden Schlussfolgerung ergibt sich auch aus den Untersuchungen Pfeffer's, über das Verhalten dieser Aleuronkörner gegen Wasser und ihrer Veränderungen, während der Quellung des Samens, nur hat Pfeffer diese Thatsache, die doch kaum mit seinen bekannten Anschauungen über die Ursachen der Veränderungen der Aleuronkörner bei Wasserzutritt in Einklang gebracht werden kann, nicht weiter beachtet.

„Von den in Wasser unlöslichen, bis zu den vollkommen löslichen Proteinkörnern", sagt Pfeffer, „finden sich alle Zwischenstufen bei verschiedenen Pflanzen vor und von dem Quantum der Proteinstoffe, welches an Wasser abgegeben wird, hängt nun das Aussehen der Proteinkörner ab, wird wenig weggelöst, so werden dieselben meist nur körnig, bei grösserem Substanzverlust treten aber auch Vacuolen auf. Die Samen von *Lupinus*-Arten . . . . seien als Beispiele solcher genannt, deren Proteinkörner in Wasser theilweise löslich sind." [1] Man sollte nun meinen, dass die Aleuronkörner von *Lupinus*-Arten durch Quellung des Samens — da ja diese von einem osmotischen Austritt der Proteinstoffe begleitet wird — gerade so verändert werden, wie die eines Schnittes durch die Wassereinwirkung am Objectträger. Wenn unsere Vorstellungen, über das Verhalten der Aleuronkörner bei der Quellung der Samen, nur aus den Veränderungen, die dieselben unter angegebenen Verhältnissen erleiden, abzuleiten wären, so müsste angenommen werden, dass

[1] Jahrb. f. wiss. Botanik. VIII. p. 447.

die Aleuronkörner der *Lupinus*-Arten sich nach der Quellung zum Wenigsten in einem körnigen Zustande befinden.

Die Veränderungen, welche das Plasma beim Keimen erleidet, beruhen nach Pfeffer darauf, dass die Proteinkörner aufgelöst werden, wodurch in den Zellen eine ähnliche trübe Emulsion gebildet wird, wie sie der Entstehung der krystalloidfreien Proteinkörner vorausging. Specieller werden diese Veränderungen von Pfeffer, auch für *Lupinus luteus* beschrieben und es nehmen die Aleuronkörner nach der Darstellung von Pfeffer bei der mit Aufquellen verbundenen Wassereinsaugung die zähflüssige Beschaffenheit an, welche dieselben vor dem Austrocknen besassen. Eine weitere als den Aggregatzustand betreffende Veränderung wird von Pfeffer nicht angegeben, und dass Pfeffer die Aleuronkörner in diesem die Keimung einleitenden Stadium, wirklich als homogene Körper gesehen hat, ergibt sich zur Genüge aus einer Figur der citirten Abhandlung,[1] auf welche Pfeffer im Texte ausdrücklich hinweist. — Dieses Verhalten der Aleuronkörner im Quellungsstadium wurde durch die Untersuchung in absolutem Alkohol entwässerter, zuvor gequollener Lupinen, ausser Zweifel gestellt, und es ergab sich aus der Untersuchung des derartig vorbereiteten Materiales in Alkohol, dass die meisten Aleuronkörner der entwässerten Cotyledonen mit den Aleuronkörnern trockener Samen, die in derselben Flüssigkeit untersucht werden, in Betreff der Homogenität der Masse vollkommen übereinstimmen. In manchen Zellen erscheinen jedoch neben diesen augenscheinlich unveränderten Aleuronkörnern solche, deren stark lichtbrechende Masse von eigenthümlichen Hohlräumen durchsetzt ist. Die Gestalt der Letzteren ist sehr wechselnd, und zwar besitzen einige kreisrunde, andere polygonale Conturen, ja manche erscheinen sogar als feine Spalten. Man könnte nun geneigt sein, derartige Aleuronkörner als solche anzusehen, die durch den Quellungsact eine deutlich wahrnehmbare Veränderung ihrer Substanz erlitten haben. Dagegen spricht aber zunächst die so wechselnde Gestalt der Hohlräume, von denen die meisten nicht die geringste Ähnlichkeit mit Vacuolen besitzen, die in den Aleuronkörnern zum Vorschein kommen, wenn die

[1] L. c. S. 525 und Taf. XXXVIII. Fig. 16.

Desorganisation derselben bereits begonnen hat. Ferner ist noch zu berücksichtigen, dass die Substanz eines desorganisirten, kleine, punktförmige, kugelige Vacuolen enthaltenden Aleuronkornes gleichzeitig mit dem Auftreten der Vacuolen körnig wird. Die Veränderungen, welche das Aleuronkorn von *Lupinus luteus* durch die beginnende Desorganisation erleidet, beschränken sich jedoch keineswegs auf das Erscheinen der Körnchen und Vacuolen, es ergibt sich vielmehr aus dem bedeutend verringerten Lichtbrechungsvermögen der die Körnchen und Vacuolen einschliessenden Grundmasse, dass der Letzteren ein sehr bedeutender Theil der ursprünglich in derselben vorhandenen Stoffe durch Auflösung entzogen wurde. Die von Hohlräumen durchsetzte Proteinmasse gequollener, durch Alkohol entwässerten Aleuronkörner lässt nun nicht die geringste Andeutung einer körnigen Beschaffenheit erkennen, sie besitzt überdies dieselbe Dichte, wie die Proteinmasse eines Aleuronkornes, in welchem sich die ersten Anzeichen der beginnenden Desorganisation noch nicht bemerkbar gemacht haben. Aus diesem Grunde wäre die Schlussfolgerung, dass die Aleuronkörner während der Quellung eine ungleiche Resistenzfähigkeit gegen die Einwirkung des Wassers besitzen, und dass einige derselben durch die Wasseraufnahme analoge Veränderungen erleiden, wie solche, die unter gewissen Bedingungen desorganisirt werden, absolut unzulässig und es muss das Erscheinen der Hohlräume in Aleuronkörnern des entwässerten Untersuchungsmaterials auf Ursachen ganz differenter Natur zurückgeführt werden. Für die Erklärung der Letzteren gewährt das Verhalten der, von dem Hüllhäutchen eingeschlossenen Proteinmasse der Aleuronkörner bei der Wasserentziehung einen Anhaltspunkt. Ich beobachtete nämlich sehr häufig, dass viele der inneren Hohlräume entbehrende Aleuronkörner, vorher gequollener Samen, durch die Einwirkung des Alkohols nicht auf allen Punkten ihrer Masse die gleiche Volumveränderung erfahren, aus welchem Grunde die Proteinmasse des Aleuronkornes, nach der Entwässerung, von dem Hüllhäutchen stellenweise zurücktritt — ein Verhalten, welches doch kaum anders erklärt werden kann, als durch eine auf den einzelnen Punkten ungleichmässig erfolgende Schrumpfung, welche die Bildung, von dem Untersuchungsmedium erfüllter Hohlräume,

zwischen dem Hüllhäutchen und der Proteinmasse zur Folge hat. Wird dem Alkohol, in welchem sich das Präparat mit veränderten Aleuronkörnern befindet, eine minimale Menge von Wasser zugesetzt, so kehren die stellenweise contrahirten Aleuronkörner sofort zu ihrer normalen Gestalt zurück, was auch bei solchen der Fall ist, bei denen die Entwässerung das Erscheinen von Sprüngen in der inneren Masse zur Folge hatte. Daraus wäre nun zu schliessen, dass wir es in dem einen wie in dem anderen Falle, mit Contractionserscheinungen zu thun haben, die mit der Einwirkung des Alkohols in Zusammenhang gebracht werden müssen.

Werden die Schnitte aus Cotyledonen von *Lupinus luteus*, die nach der Quellung im absoluten Alkohol entwässert wurden, in Glycerin oder weniger concentrirtem Alkohol zum Zwecke der Untersuchung eingelegt, so machen sich die erwähnten Hohlräume in der Masse der Aleuronkörner nicht bemerkbar; dafür besitzt aber das Protoplasma, namentlich dann, wenn die Einwirkung des Alkohols zum Behufe der Entwässerung der Cotyledonen durch eine längere Zeit andauerte, auf manchen Punkten der Präparate ein Aussehen, welches nur geringe Ähnlichkeit mit dem Zustande normaler Differenzirung zeigt. In diesen Fällen ist innerhalb grösserer oder kleinerer Partien des Plasmas von einer Grundsubstanz nicht das Geringste wahrzunehmen, und es haben diese Stellen ein Aussehen, als wäre eine wechselnde Anzahl der ursprünglich vorhanden gewesenen Aleuronkörner, während des Aufquellens des Samens, zu grösseren, aus hyaliner Substanz von ungeänderter Dichte bestehenden Klumpen verschmolzen. Dies ist auch thatsächlich der Fall, indem diese Gebilde, welche Aleuronkörnern von riesigen Dimensionen ähnlich sind, oft eine Felderung erkennen lassen, die der ursprünglichen Anordnung der Aleuronkörner entspricht. Diese localen Veränderungen des Plasmas dürfen jedoch ebenso wenig wie die Sprünge in entwässerten Aleuronkörnern, auf Rechnung einer während der Quellung erfolgten Wassereinwirkung gesetzt werden, da das Plasma diese Beschaffenheit nur dann besitzt, wenn die Untersuchung in den angegebenen wasserhaltigen Medien, welche übrigens noch weitere, mit der gänzlichen Desorganisation abschliessende Veränderungen bewirken, vorgenommen wird.

In letzterer Beziehung verhalten sich die grösseren durch Confluirung einer mehr oder weniger grossen Anzahl von Aleuronkörnern hervorgegangenen Klumpen analog mit einzelnen; es erscheinen kleine Vacuolen und Körnchen in diesen, wobei sich das ursprüngliche Lichtbrechungsvermögen der unverändert gebliebenen Grundmasse dieser Gebilde bedeutend verringert.

Die Frage nach den Ursachen dieser Abweichungen, die immer in sehr engen Grenzen eingeschlossen bleiben, will ich als eine offene dahingestellt sein lassen, da es mir vor der Hand doch nur in erster Linie darauf ankommen muss, auf Dinge aufmerksam zu machen, die zu einer anderen Deutung des Befundes führen könnten, wenn nicht die besonderen Umstände der Untersuchung in Betracht gezogen würden. — Für die Untersuchung entwässerter, vorher gequollener Samen von *Lupinus luteus* leistet neben absolutem Alkohol die concentrirte Essigsäure als Untersuchungsmedium die besten Dienste und es zeigen derartige Essigsäure-Präparate zur Evidenz, dass das Körnerplasma sämmtlicher Zellen sich während des Quellungsactes in einem durchaus unveränderten Zustand befindet. Und was ich besonders hervorheben muss, ist, dass in diesem Untersuchungsmedium sowohl die Bildung von Hohlräumen in Aleuronkörnern, als auch die locale Confluirung derselben unterbleibt.

Um jedoch eine Gewissheit zu verschaffen, dass die homogene Beschaffenheit der substanzarmen Aleuronkörner der Essigsäure-Präparate aus entwässerten Samen schon ursprünglich vorhanden war, und nicht erst aus der Einwirkung der Essigsäure auf möglicherweise vorher veränderte Aleuronkörner resultirte, legte ich Schnitte aus trockenen Samen, in welchen durch Einwirkung verdünnten Glycerins die Desorganisation der Aleuronkörner eingeleitet wurde, in grosse Quantitäten von concentrirter Essigsäure. Durch diese Behandlung verloren die in den ersten Stadien der Desorganisation befindlichen Aleuronkörner keineswegs ihre körnige Beschaffenheit, es war vielmehr dieselbe auch in den substanzarm gewordenen Aleuronkörnern mit Deutlichkeit wahrzunehmen und ich kann mit Sicherheit angeben, dass durch die Behandlung entwässerter Schnitte mit Essigsäure, bereits zu Stande gekommene Veränderungen, absolut nicht rückgängig gemacht werden können.

Desorganisirte Aleuronkörner von *Lupinus luteus* werden vacuolig und körnig, womit eine auffällige Verringerung des Lichtbrechungsvermögens der noch unveränderten Masse des Aleuronkornes verbunden ist. Mannigfaltiger gestaltet sich der Verlauf der Desorganisation bei den Aleuronkörnern der Erbse. In diesem Falle können, je nach dem Quellungszustande der Aleuronkörner, mehrere Desorganisationsgrade unterschieden werden.

Es soll hier zunächst auf das Verhalten isolirter und innerhalb geöffneter Zellen der Schnitte befindlicher Aleuronkörner, während der, mit Quellung verbundenen Desorganisation im dicken Glycerin, näher eingegangen werden.

Gleich bei Beginn der Quellung unterliegen die Aleuronkörner einer Gestaltsveränderung: sie erscheinen nun abgerundet, ja manche werden sogar genau kugelig. (Fig. 9.) Diese Veränderungen kommen durch eine sehr schwache Quellung zu Stande, da die ursprünglichen Lichtbrechungsverhältnisse augenscheinlich beibehalten werden; eine geringe Abschwächung derselben ist nur an den kugeligen Formen wahrnehmbar. Blaugrüne Aleuronkörner — mit welchen ich gewöhnlich operirte — zeigen auch nach der Abrundung die ursprüngliche Färbung, die erst nach einiger Zeit verloren geht.

Die weitern, auf Verringerung des Lichtbrechungsvermögens und Verlust der Färbung beruhenden Veränderungen ergreifen die abgerundeten Aleuronkörner nicht gleichzeitig auf allen Punkten ihrer Masse, sie beginnen vielmehr an der Peripherie, und schreiten von da in centripetaler Richtung gegen die innere Masse des Aleuronkornes fort.

Aus diesem Grunde besteht das Aleuronkorn während des Überganges in ein weiteres Desorganisationsstadium aus einer farblosen, schwach lichtbrechenden, peripherischen Schichte und einem allmälig sich verkleinerndem und schliesslich ganz verschwindendem Kern von der ursprünglichen Beschaffenheit der Masse des abgerundeten Aleuronkornes. (Fig. 10, 11.) Zwischen der Gestalt des Kernes und derjenigen des abgerundeten Aleuronkornes besteht nur so lange eine bestimmte Beziehung, als die peripherische Hülle der noch unveränderten Substanz eine geringe Mächtigkeit besitzt, später kann auch in kugeligen Aleuronkörnern die noch unveränderte Masse als ein stäbchen-

förmiges Gebilde erscheinen, welches vor dem gänzlichen Verschwinden wieder kugelig wird. Sind die Veränderungen des kugeligen Aleuronkornes sehr weit vorgeschritten, so besitzen die aus einem kleinen Kern und der hellen kreisförmig begrenzten Zone bestehenden Desorganisationsproducte das bekannte Aussehen des Querschnittes einer markhaltigen Nervenfaser.

Nach einiger Zeit erscheint in den abgerundeten farblosen schwach lichtbrechenden Aleuronkörnern eine grosse Vacuole. (Fig. 12.)

Die noch unverändert gebliebene Substanz des Aleuronkornes ist, wenigstens anfänglich gleichmässig auf der Oberfläche der Vacuole vertheilt.

Indessen haben bereits tiefeingreifende Veränderungen in der Grundsubstanz stattgefunden; sie ist nun vollständig gelockert, so dass die schwächste Strömung im Untersuchungsmedium, die Isolirung bisher in Gruppen vereinigt gewesener Aleuronkörner bewirkt. Ihrer Bewegung setzt die nun deutlich als körniger Detritus wahrnehmbare Grundsubstanz keinen grösseren Widerstand entgegen, als das dickflüssige Untersuchungsmedium. Man sieht daher auch innerhalb der körnigen Grundsubstanz nach schwacher Erschütterung des Deckgläschens ganze Züge bläschenförmiger Aleuronkörner dahinrollen. Von diesem Zeitpunkte an ist es fast unmöglich, wenn bei starker Vergrösserung beobachtet wird, einzelne Aleuronkörner durch längere Zeit im Gesichtsfeld zu erhalten.

Die schwach lichtbrechende Vacuolenflüssigkeit enthält deutlich wahrnehmbare Körnchen, deren stoffliche Natur mir nicht bekannt ist.

Die Lichtbrechungsverhältnisse der peripherischen Masse gestatten nicht direct zu entscheiden, ob auf der Oberfläche des desorganisirten Aleuronkornes das Hüllhäutchen vorhanden sei, dies wird erst nach weiteren mit einer höchst merkwürdigen Umbildung der Aleuronkörner abschliessenden Veränderungen möglich.

Die peripherische Masse, welche als Schichte von gleicher Mächtigkeit auf allen Punkten der Vacuole aufgelagert ist, vermag der osmotischen Spannung der Vacuolenflüssigkeit nur bis zu einem gewissen Zeitpunkt das Gleichgewicht zu halten: sie

wird schliesslich in Folge der Dehnung eingerissen. Ist dies erfolgt, so zieht sich die Hüllmasse der Vacuole entweder zu einem Faden zusammen, oder sie erscheint im contrahirten Zustand der, gegen die Peripherie des Bläschens gedrängten Vacuole, als mondsichelförmige Kappe einseitig angelagert. (Fig. 13.) Dabei ist aber auch das Hüllhäutchen als eine faden- oder mondsichelförmige Gebilde einschliessende Blase sichtbar geworden.

Für dieses Verhalten der bläschenartig gewordenen Aleuronkörner können nur massgebend sein: 1. die osmotischen Eigenschaften der Vacuolenflüssigkeit unter den gegebenen Bedingungen; 2. die Impermeabilität der die Vacuole einschliessenden Hüllen für die wasseranziehenden in der Vacuolenflüssigkeit gelösten Stoffe. In letzterer Beziehung können nur das, vor dem Zerreissen der peripherischen Masse direct nicht sichtbare Hüllhäutchen und diese selbst in Betracht kommen. — Diese zwei Möglichkeiten sind nun näher zu prüfen und dafür gewährt das Verhalten des Bläschens nach dem Zerreissen, der als Beleg des Hüllhäutchens auftretenden Masse des Aleuronkornes, einen Anhaltspunkt von entscheidender Wichtigkeit. Dies ist eine von mir mehrfach beobachtete auffällige Contraction des Bläschens nach dem Erscheinen der Sicheln oder Fäden — ein Verhalten, welches nur so erklärt werden kann, dass nach dem Zerreissen des Beleges, eine Verminderung des hydrostatischen Druckes im Bläschen erfolgt. Es muss aber weiter mit Rücksicht darauf gefolgert werden, dass das Hinderniss für den osmotischen Austritt der in der Vacuolenflüssigkeit gelösten Stoffe nicht in das Hüllhäutchen verlegt ist, dass vielmehr der peripherische Beleg, sei es durch den physikalischen Aufbau seiner ganzen Masse oder einzelnen Schichten, die den „Plasmamembranen“ Pfeffers[1] entsprechen würden, für das Zustandekommen der früheren Druckverhältnisse massgebend ist. Durch das Zerreissen des diosmotisch bestimmenden Beleges wird nun, wie sich aus dem Mitgetheilten ergibt, mit Rücksicht auf den Spannungszustand des Hüllhäutchens ein ähnliches Resultat herbeigeführt, wie durch die von H. de Vries[2] als „Plasmolyse“ bezeich-

[1] Osmotische Untersuchungen p. 122, *ff*.

[2] Untersuchungen über die mechanischen Ursachen der Zellstreckung, p. 7 *ff*.

nete Contraction des plasmatischen Wandbeleges wachsender Zellen, in Hinsicht der Zellmembranen. Unter diesem Gesichtspunkte ist die Volumverminderung des Bläschens durch die Permeabilität des Hüllhäutchens für die in der Vacuolenflüssigkeit gelösten Stoffe, ferner durch die elastische Contraction desselben zu erklären.

Es muss folgerichtig angenommen werden, dass durch die elastische Rückwirkung des Hüllhäutchens auf die Vacuolenflüssigkeit, während der Contraction aus den Lumen des Bläschens Flüssigkeit herausgepresst wird.

Das Hüllhäutchen wird nach Zerreissung seines Beleges, wie ich vermuthe, aufgelöst, denn ich sehe auf einmal die Fäden hervorschnellen, resp. die Sicheln frei werden, den körnigen Gehalt der Vacuole sich in der umgebenden Flüssigkeit vertheilen und in dieser durch Lösung verschwinden, ohne dass von der Anwesenheit des Hüllhäutchens, welches sich doch in der Nähe der freigewordenen Desorganisationsproducte befinden müsste, das Geringste wahrzunehmen wäre. Ich habe wenigstens nie durch die Inhaltskörper abgestreifte Hüllhäutchen auffinden können. Die entlassenen Fäden und Sicheln — die auch in der bekannten Figur des Lehrbuches von Sachs abgebildet sind — strecken sich während der Quellung ihrer Substanz, wobei ihre ursprüngliche Krümmung zum Theile ausgeglichen wird; dies gilt insbesondere von den sichelförmigen Körpern, die nach einiger Zeit die Gestalt von Spindeln erlangen.[1] Die Fig. 13 soll die muthmasslich durch Auflösung des Hüllhäutchens frei gewordenen Desorganisationsproducte der Aleuronkörner illustriren.

Für die Desorganisationsproducte der Aleuronkörner unseres Objectes sind als weitere Veränderungen zu notiren: Ein allmäliges Verblassen und der Zerfall in einen körnigen Detritus, welcher nach einiger Zeit durch Auflösung im Untersuchungsmedium fortgeschafft wird. Die Aleuronkörner sind somit in Wasser vollkommen löslich.

[1] In der mittleren Zelle der Figur von Sachs, auf welche im Text hingewiesen wurde, ist im oberen Theile derselben ein Aleuronkorn abgebildet, dessen Desorganisationszustand demjenigen entspricht, den meine Fig. 10 versinnlichen soll. Sachs hat also auch die, noch vom Hüllhäutchen eingeschlossenen, kipfelartigen Gebilde bereits gesehen.

Es ist eine gewiss überraschende Thatsache, dass die für die Einwirkung des Wassers in so hohem Grade empfindlichen Aleuronkörner, bei der Quellung im Gewebeverbande befindlicher Zellen der Einwirkung des deformirenden Agens einen Widerstand entgegensetzen, welcher das Bestehen ursprünglich vorhandener Organisationsverhältnisse des Körnerplasmas auch im wasserimbibirten Zustand des letzteren ermöglicht. Dies bezieht sich nicht nur auf das Plasma der Samen von *Lupinus luteus*, dessen Aleuronkörner Pfeffer als theilweise löslich im Wasser bezeichnet, sondern auch, wie ich bereits früher zu zeigen Gelegenheit hatte, auf dasjenige der Erbse, dessen Aleuronkörner der Kategorie der leichtlöslichen zugezählt werden müssten.

Bekanntlich gelangte Pfeffer zur Schlussfolgerung,[1] dass die Lösung der Aleuronkörner durch Vermittlung der in denselben vorhandenen lösenden Vehikel zu Stande komme.

Zu dieser Schlussfolgerung wurde Pfeffer einerseits durch die Erwägung geführt, dass Samen, der Caseingruppe angehörige Eiweissstoffe, die einer in Wasser so gut wie unlöslichen Modification der letzteren angehören und auch hauptsächlich zum Aufbaue der Aleuronkörner verwendet werden, bei der Quellung in Wasser in nicht unbeträchtlicher Menge abgeben — ein Verhalten, welches allerdings ohne die Mitwirkung lösender Agentien nicht zu erklären ist. Anderseits glaubt Pfeffer die Thatsache, dass ganz oder zum Theile lösliche Aleuronkörner, die mit schwefelsäurehaltigem Alkohol behandelt wurden, von Wasser nicht angegriffen werden und dem desorganisirenden Medium widerstehen, dahin deuten zu müssen, dass durch die angegebene Behandlung, die die Lösung vermittelnden Stoffe entfernt oder wenigstens unschädlich gemacht wurden. Und dass Pfeffer, die die Lösung der Proteinkörner bewirkenden Stoffe phosphorsaures Kali und Kali — in den letzteren als bereits vorhanden annimmt, ergibt sich auch auf das Bestimmteste aus einer Stelle der citirten Abhandlung, wo es heisst, dass die Verschiedenheit der Löslichkeit von Proteinkörnern solcher Samen, welche sicher kein Albumin enthalten, von dem ungleichen Vorrath an phosphorsaurem Kali und Kali abhänge. — Dieser

[1] L. c. S. 492

Auffassung, durch welche die unter gewissen Umständen erfolgende Desorganisation der Aleuronkörner einzig und allein mit der Anwesenheit lösender Vehikel der Reserveproteinstoffe in causalen Zusammenhang gebracht wird, muss ich mit Rücksicht auf das erwähnte Verhalten der Aleuronkörner der Erbse auf das Entschiedenste entgegentreten.

Wir wollen einmal, um die Theorie Pfeffers mit specieller Rücksicht auf die für die Aleuronkörner der Erbse dargestellten Verhältnisse während der Quellung und beim Beginne der Keimung, an ihren Consequenzen prüfen zu können, die Richtigkeit derselben annehmen und untersuchen, ob sich aus derselben eine lückenlose Causalfolge, zwischen den Bedingungen, unter denen die Desorganisation erfolgt, und dem Verhalten der Aleuronkörner ableiten lässt.

Nach der Auffassung von Pfeffer enthält das Aleuronkorn die Vehikel der Desorganisation in seiner Substanz und es muss daher die Wasserimbition allein genügen, um die Wirkung der betreffenden Agentien auszulösen.

Wäre dies richtig, so müsste das Aleuronkorn unter allen Umständen nach der Wasserimbition, den durch seine Löslichkeitsverhältnisse bedingten Veränderungen unterliegen, unabhängig davon, ob die Wasserimbition derselben im isolirten Zustande oder innerhalb des Körnerplasmas im ursprünglichen Gewebeverbande befindlicher Zellen erfolgen würde. Auch könnte im letzteren Falle der Gewebeverband den Verlauf der Desorganisation nicht einmal modificiren und noch weniger der letzteren entgegenwirken, da ja während der Quellung ganzer Erbsen ein osmotischer Austritt gelöster Proteinstoffe stattfindet. Der aus der Untersuchung gequollener Erbsen sich ergebende Befund, ist jedoch nichts weniger als geeignet, die Schlussfolgerung, dass die Wasseraufnahme unter allen Verhältnissen Veränderungen an den Aleuronkörnern bewirkt, auch nur einigermassen wahrscheinlich zu machen; wir wissen bereits, dass das Aleuronkorn nach der Quellung sich als ein mit Wasser imbibirtes Differenzirungsproduct des Protoplasmas durch längere Zeit unverändert erhalten kann — es befindet sich in demselben Zustande, wie der Zellkern oder ein Chlorophylkorn lebensthätiger Zellen.

Der osmotische Verlust an Reserveproteinstoffen geht während der Quellung an den Aleuronkörnern der Erbse spurlos vorüber; sie verhalten sich im vollständig wassergesättigten Zustande des Gewebes, als unveränderliche Gebilde. Und doch sind sie im isolirten Zustande der Einwirkung von Wasser unterworfen, in diesem vollkommen löslich, nachdem sie eine Reihe von Desorganisationsgraden durchlaufen haben.

Wir wissen aber auch bereits, dass die Aufhebung des Gewebeverbandes, in den durch diesen Eingriff zunächst getroffenen Zellen die Zerstörung der Structur der Aleuronkörner zur Folge hat, die sich bis daher, trotz der Anwesenheit von Wasser in diesen als unveränderliche Gebilde verhielten. Damit ist zunächst erwiesen, dass die Aleuronkörner durch die Quellung des ganzen Samens, in Hinsicht des Verhaltens gegen Wasser keinerlei Veränderung erfahren und es müsste, wenn zwischen der Veränderungsfähigkeit und der Anwesenheit lösender Vehikel ein directer Zusammenhang bestehen würde, folgerichtig angenommen werden, dass die, die Lösung bewirkenden Stoffe den Aleuronkörnern durch die Quellung nicht entzogen werden. Dies würde aber zur Schlussfolgerung führen, dass ein auf Aufhebung des ursprünglichen Gewebeverbandes beruhender mechanischer Eingriff hinreicht, um auf einmal die lösende Wirkung der bis daher unthätig gewesenen Vehikel auszulösen. So müsste eine den Prämissen der Theorie Pfeffer's angepasste Schlussfolgerung lauten, die aber mit der Thatsache in Widerspruch geräth, dass dieselben lösenden Vehikel bereits im Quellungsacte, an der Auflösung der osmotisch austretenden Reserveproteinstoffe sich betheiligt haben.

Dass die Aleuronkörner der Erbse in Wasser gelöst werden, ist eine Thatsache, die keiner weiteren Erklärung bedarf, ich kann nur der von Pfeffer vertretenen Auffassung nicht beistimmen, dass die Löslichkeitsverhältnisse allein für den Verlauf der Desorganisation massgebend sein sollen. Mit Rücksicht auf das Verhalten der Aleuronkörner unseres Objectes muss sogar die Unterscheidung zwischen in Wasser löslichen und unlöslichen als eine hinfällige bezeichnet werden.

Es geht aber aus Allem zur Evidenz hervor, dass, obwohl die Bedingungen, unter denen eine Lösung erfolgt, mit denjenigen zusammenfallen, unter denen eine Desorganisation der Aleuronkörner thatsächlich stattfindet, ein ursächlicher Zusammenhang zwischen diesen Erscheinungen in dem Sinne der Theorie Pfeffer's nicht bestehen kann. Wir müssen einem Erklärungsversuch, welcher allen Eigenthümlichkeiten des Verhaltens der Aleuronkörner der Erbse Rechnung tragen soll, eine von der Theorie Pfeffers wesentlich verschiedene Verknüpfung von Ursache und Wirkung zu Grunde legen und diese, vorläufig nur mit specieller Einschränkung auf unser Object dahin modificiren, dass die Desorganisation nicht als Folge, sondern als Ursache der mit gänzlicher Lösung abschliessenden Veränderungen aufzufassen sei. Mit anderen Worten kurz ausgedrückt, könnten wir sagen: Die Aleuronkörner werden erst durch die Desorganisation der Auflösung zugeführt.

Man könnte mir jedoch als Argument gegen die Richtigkeit dieser Auffassung entgegenhalten, dass mit schwefelsäurehaltigem Alkohol behandelte Aleuronkörner der Erbse, die jedenfalls die, die Lösung bewirkenden Stoffe nicht enthalten, auch die Fähigkeit sich zu verändern nicht besitzen, da sie durch diese Behandlung unlöslich geworden sind. Dieses Argument ist aber nicht stichhältig, da die Veränderungen, welche die Aleuronkörner durch diese Behandlung erleiden, sich nicht allein auf den Verlust der lösenden Vehikel beschränken. Ich kann das hier einschlägige Detail erst im Zusammenhange mit anderen Beobachtungen, die im zweiten Theile meiner Untersuchung über das Protoplasma der Erbse behandelt werden sollen, näher besprechen. Ich will jedoch in Betreff des letzten Punktes hier die vorläufige Mittheilung einschalten, dass die Aleuronkörner der Erbse durch Entziehung der lösenden Vehikel, möge dies auf die eine oder andere Weise bewerkstelligt werden, in einem jeden Falle durch Alkohol in den geronnenen Zustand überführt werden. Sie verhalten sich dann gegen Wasser allerdings als vollkommen indifferente Gebilde. So ist auch der veränderte Zustand, der mit

dem Pfeffer'schen Gemische behandelten Aleuronkörner, aus der Wirkung beider Componenten zusammengesetzt.

Bis zu einem gewissen Punkte übereinstimmend mit dem angegebenen Verhalten, einzelner, in dem Untersuchungsmedium frei liegender Aleuronkörner, sind die Veränderungen, welche das Körnerplasma geschlossener Zellen durch die länger andauernde Einwirkung des concentrirten Glycerins erleidet. In diesem Falle unterbleiben jedoch, nach erfolgter Abrundung der Aleuronkörner, die auf Abschwächung des Lichtbrechungsvermögens beruhenden, centripetal fortschreitenden Veränderungen. Nach einiger Zeit verschmelzen nun die peripherischen Rindenschichten der bereits vacuolisirten Aleuronkörner mit den Lamellen der Grundsubstanz zu einer vollkommen homogenen Masse, in welcher sich die Vacuolen der einzelnen Aleuronkörner durch lange Zeit unverändert erhalten. Aus diesem Grunde erscheint das Verschmelzungsproduct der Lamellen, mit den unveränderten Rindenschichten der ausgehöhlten Aleuronkörner, als eine schaumige Masse, deren Vacuolen ursprünglich Aleuronkörnern angehörten.

Am leichtesten lässt sich dieses Verhalten der Lamellen und der Aleuronkörner in solchen Zellen beobachten, welche an einem oder mehreren Punkten, unter ihrer, bei der mikroskopischen Beobachtung oberen Wand, von der letzteren nur durch eine Aleuronkörnerschichte getrennte Stärkekörner enthalten. Diese vor der Desorganisation das Aussehen eines Getäfels besitzende Schicht, erscheint in einem bestimmten Stadium der Desorganisation, als ein Netz, dessen Maschen den Vacuolen der verschwundenen Aleuronkörner entsprechen. Die homogene, stark lichtbrechende, vacuolisirte Masse, an deren Bildung sich die Lamellen und Aleuronkörner betheiligen, besitzt jedenfalls die Consistenz einer gallertartigen Substanz, da innerhalb dieser benachbarte Vacuolen häufig zu grösseren verschmelzen.

In diesem Zustande der Vacuolisirung erhält sich das Körnerplasma durch längere Zeit unverändert. — Die weiteren, sichtbaren Effecte der Desorganisation geben sich nun dadurch zu erkennen, dass die erwähnte hyaline Masse eine körnige Beschaffenheit erlangt, während sich gleichzeitig das Lichtbrechungsvermögen derselben verringert und die Vacuolen oft ganz

verschwinden. Bei länger andauernder Einwirkung des Wassers erlangt in manchen Fällen das nun ganz veränderte Körnerplasma entweder in seiner ganzen Masse oder nur stellenweise eine hyaline Beschaffenheit. Damit ist der höchste Grad der Desorganisation erreicht, da nun jede Andeutung des ursprünglichen differenzirten Zustandes verwischt ist.

Aus Ursachen, auf deren Erörterung in der zweiten Abhandlung näher eingegangen werden soll, gelangt die Desorganisation in geschlossenen Zellen, nachdem sie einen bestimmten Grad erreicht hat, oft zum Stillstand, nicht früher jedoch, als nach dem Erscheinen der grossen Vacuolen in den abgerundeten Aleuronkörnern. Dies kann man leicht in Zellen direct in Wasser gebrachter, recht dicker Schnitte, die viel unverletzte Zellen enthalten, wahrnehmen. Zellen derartiger Präparate enthalten theils vacuolisirte Aleuronkörner, theils das emulsionsartige vollständig desorganisirte Körnerplasma.

Dieser durch die Einwirkung des Wassers auf das Körnerplasma unverwundeter, in Schnitten befindlicher Zellen hervorgerufene Zustand unvollständiger Desorganisation wird selbst nach tagelangem Einwirken des Wassers nicht überschritten. Werden jedoch durch langandauernde Wassereinwirkung erschöpfte, in ihrem Körnerplasma vacuolisirte Aleuronkörner enthaltende Zellen, nachträglich geöffnet, so erfolgt eine weitere Desorganisation, durch die eine neue Reihe von Desorganisationsgraden durchlaufen wird, die, ohne sich den bereits stattgehabten Veränderungen anzuschliessen, einen specifisch differenten Charakter annehmen.

Aus diesen nachträglich erfolgenden Veränderungen vacuolisirter Aleuronkörner wird sich, was später genauer besprochen werden soll, mit Gewissheit ergeben, so paradox es auch für jetzt scheinen muss, dass vacuolisirte Aleuronkörner der Erbse die selbst im concentrirtesten Glycerin frei herumschwimmend, Veränderungen, die mit ihrem gänzlichen Zerfalle abschliessen, unterliegen, durch die Einwirkung von Wasser, die aber unter bestimmten Verhältnissen erfolgen muss, sogar an Resistenz gegen die so energisch desorganisirende Wirkung desselben im reinen Zustande gewinnen.

Zum Schlusse dieser Abhandlung sollen hier zunächst einige Angaben über das Verhalten des trockenen Körnerplasmas gegen Salzlösungen Platz finden.

Die Erhaltung der Strukturverhältnisse des Körnerplasmas, in Zellen mit Wasser imbibirter Schnitte und ausserhalb derselben, in der Zusatzflüssigkeit freiliegender Theile, setzt voraus, dass sich der Wassergehalt des Körnerplasmas nicht über das durch seine Organisationsverhältnisse bedingte Mass erhebe. Bei ungeändeter Imbitionsfähigkeit der Aleuronkörner, ist dies bei einem minimalen Gehalt der Glycerinlösung an Wasser nur für einen relativ kurzen Zeitraum möglich, indem auch unter diesen Verhältnissen die so wenig ausgiebig scheinende Wasserzufuhr die Zerstörung der Aleuronkörner und in einem noch viel früheren Zeitpunkte, die der Lamellen bewirkt. Allerdings vollziehen sich die mit der Desorganisation abschliessenden Veränderungen so langsam, dass dieselben unter dem Mikroskop schrittweise verfolgt werden können, wesshalb die Anwendung des dicken Glycerins den zweifachen Vortheil gewährt, dass das Körnerplasma einerseits in seinem differenzirten wasserhaltigen Zustand der mikroskopischen Untersuchung zugänglich gemacht wird und dass andererseits, die Veränderungen in Folge sich steigernden Wassergehaltes in jedem Theile mit Leichtigkeit verfolgt werden können. Aus diesem Grunde kann die Wirkungsweise des Glycerins als eine retardirende bezeichnet werden.

Es war zum Voraus mit voller Bestimmtheit zu erwarten, dass eine ähnliche retardirte Desorganisation immer zu Stande komme, wenn die Imbitionskraft des Aleuronkornes gewissermassen erst mit der Kraft, mit welcher das Wasser in Lösungen durch die Molecüle fester Stoffe zurückgehalten wird, in Concurrenz treten muss, vorausgesetzt, dass die Imbition in einem Medium erfolgt, welches die physikalischen Eigenschaften der Aleuronkörner nicht zu verändern vermag.

Dies wurde durch einige Versuche, bei welchen dem Körnerplasma durch concentrirte Salzlösungen das zu seiner Differenzirung erforderliche Imbitionswasser zugeführt wurde, völlig bestätigt.

Zu diesen Versuchen dienten concentrirte Lösungen von Kochsalz, Salpeter, phosphorsaurem Natron und

Kali, welche stets im Zustande höchster Sättigung angewandt wurden, da die durch diese Lösungen im minder concentrirten Zustande eingeleitete Wasserimbition die sofortige Desorganisation des Körnerplasmas unausbleiblich zur Folge hat. In einer concentrirten Lösung von Kochsalz und Salpeter besitzt das Körnerplasma ein so wenig verändertes Aussehen, dass man fast glauben könnte, ein mit verdünntem Alkohol oder Glycerin behandeltes Präparat vor sich zu haben. Es tritt nämlich das Körnerplasma in den beiden genannten Salzlösungen sofort aus seinem undifferenzirten Zustand heraus, weshalb es unter diesen Verhältnissen nie gelingt — man kann sich mit der Beschickung des Präparates noch so sehr beeilt haben — den allmälig sich vollziehenden Übergang des Körnerplasmas in den differenzirten Zustand zu beobachten. Man erblickt vielmehr das Körnerplasma in einem Zustande, welcher sofort erkennen lässt, dass die Imbition sehr schnell über jenes Mass hinausgeht, welches dem normal differenzirten Körnerplasma unter der Einwirkung dicken Glycerins, selbst in einem viel späteren Zeitpunkte noch eigenthümlich ist. Die Veränderungen, welche das Körnerplasma kurze Zeit nach begonnener Einwirkung der beiden Salzlösungen erkennen lässt, betreffen in einem weniger hohen Grade die Aleuronkörner, als die Lamellen der offenbar aufgequollenen Grundsubstanz, welcher letzteren, innerhalb geschlossener Zellen viel grössere Zwischenräume entsprechen, als sie zwischen Aleuronkörnern im normal differenzirten Zustande des Körnerplasmas zu bemerken sind. In Zellen, welche durch den Schnitt geöffnet wurden, ist die Grundsubstanz im Zeitpunkte, in welchem die Präparate zur Untersuchung gelangen, bereits gänzlich weggelöst. Am wenigsten verändert erscheinen die Aleuronkörner; sie besitzen noch ihre den unveränderten Zustand kennzeichnenden polyedrischen Begrenzungen.

Durch Behandlung der Schnitte mit concentrirter Kochsalz oder Salpeterlösung werden auf allen Punkten der Präparate analoge Veränderungen hervorgerufen. Ein derartiges auf übereinstimmenden Veränderungen beruhendes Verhalten lassen die Protoplasmakörper eines Schnittes unter Einwirkung einer concentrirten Lösung von phosphorsaurem Kali oder Natron

nicht erkennen. So enthalten manche Zellen mit phosphorsaurem Natron behandelter Schnitte einen differenzirten Protoplasmakörper, während in anderen, an Stelle des zum grössten Theile veränderten Körnerplasmas ein körniger Detritus tritt, in welchem theils einzelne, theils kleine Gruppen noch in ursprünglichen Lagerungsverhältnissen befindlicher Aleuronkörner stecken.

Noch weiter gehende Ungleichheiten im Verhalten der Protoplasmakörper, sowohl einzelner Zellen, als auch einzelner Partien der ersteren, sind eine charakteristische Eigenthümlichkeit der, durch eine concentrirte Lösung von phosphorsaurem Kali zu Stande kommenden Veränderungen.

Bei Anwendung dieser Zusatzflüssigkeit erfolgt die Imbition der Zellhäute ausnahmslos viel rascher als die des Körnerplasmas. In dieser Hinsicht eilt die Zellhaut dem Körnerplasma in einem solchen Grade voraus, dass das letztere nach vollendeter Quellung der Zellhäute als strukturloser, die Stärkekörner einschliessender Klumpen erscheint, von dessen Oberfläche die Zellhaut weit absteht. Die auf Wasseraufnahme beruhenden Veränderungen vollziehen sich in dem, als strukturloser Klumpen zur Untersuchung gelangenden Körnerplasma, im Gegensatz zum Verhalten gegen die vorbenannten Lösungen äusserst langsam, wobei in Betreff der Zeitdauer, innerhalb welcher die Quellung und der durch dieselbe bedingte Gang innerer Differenzirung, bei einem bestimmten Punkte anlangt, für die einzelnen Partien eines jeden Plasmakörpers nicht unerhebliche Verschiedenheiten bestehen. Aus diesem Grunde besitzt das Körnerplasma, nachdem die Einwirkung der concentrirten Lösung etwa eine Stunde gedauert hat, ein höchst eigenthümliches Aussehen, was davon herrührt, dass wegen der auf einzelnen Punkten ungleichzeitig beginnenden und ungleichmässig fortschreitenden Quellung, strukturlose, mit bereits ganz oder nur andeutungsweise differenzirten, und selbst mit desorganisirten Partien, im bunten Wechsel innerhalb der Masse fast eines jeden Plasmakörpers auftreten. In derartigen Präparaten machen sich die Lamellen nie als helle Zwischenräume bemerkbar, sie erscheinen immer nur als dunkle Linien, durch welche die ursprüngliche hyaline Masse des Körnerplasmas entsprechend dem normal differenzirten Zustand, ein gefeldertes Aussehen

erhält. Weitere Veränderungen habe ich an der von der Zellhaut stets abgelösten Masse nie wahrnehmen können und ich vermuthe, dass die unter diesen Verhältnissen überhaupt zu Stande kommenden Veränderungen mit dem Übergange des Körnerplasmas in einen Zustand sehr unvollständiger Differenzirung abschliessen; ich habe wenigstens nach zweistündigem Liegen der Präparate in der concentrirten Lösung des Kalisalzes keine weitere Veränderung bemerken können. Für eine noch länger andauernde Einwirkung dieser Lösung habe ich keine Beobachtungen gesammelt.

Die Ursachen dieser, so manches Räthselhafte einschliessenden, Ungleichheiten im Verhalten des Körnerplasmas sind mir nicht bekannt.

Unter dem Einflusse aller genannten Salzlösungen findet die Auflösung der Aleuronkörner nicht früher statt, als bis sie sämmtliche Desorganisationsgrade, denen die Aleuronkörner auch im Glycerin unterliegen, durchlaufen haben. Höchst auffallend ist es hierbei, dass selbst die in der Salzlösung frei liegenden Aleuronkörner, an denen die Einwirkung des Untersuchungsmediums ganz unbeeinflusst von anderen Umständen erfolgt, zu sehr verschiedenen Zeiten durch die schneller oder langsame verlaufende Desorganisation ihrer Auflösung entgegengeführt werden. Und diese, in Betreff des Zeitpunktes der Lösung obwaltenden Differenzen sind der Grund, warum man im Gesichtsfeld immer noch, nachdem schon eine grössere Anzahl von Aleuronkörnern gelöst wurde, in verschiedenen Desorganisationsstadien befindliche und selbst fast gar nicht veränderte zu sehen bekommt.

Durch die Anwesenheit so heterogener Stoffe im Quellungswasser, wie es die angeführten Salze sind, wird somit die Einwirkung desselben in Nichts modificirt und es gelangen auch unter diesen Verhältnissen, wenigstens in den Fällen, wo die Desorganisation mit der Lösung abschliesst, die in der Organisation des Aleuronkornes begründeten Eigenthümlichkeiten seines Verhaltens gegen Wasser, ungestört zum Ausdrucke. Und auch in diesen Fällen zeigt der Verlauf der Desorganisation mit einer von Anfang an erfolgenden Lösung ebensowenig Ähnlich-

keit als eine derartige Deutung, die Desorganisation eines Zellkernes oder Chlorophyllkornes zulässt.

Phosphorsaure Alkalien sind bekanntlich specifische Lösungsmittel der, der Caseingruppe angehörigen, im organisirten Zustande als Aleuronkörner auftretenden Reserveproteinstoffe. — Für das innerhalb der Albuminmodification der Eiweissstoffe befindliche Protoplasma und seine unmittelbaren morphologischen Derivate hat bereits Sachs nachgewiesen, dass diese Bestandtheile des Inhaltes lebensthätiger Zellen durch hoch concentrirte Lösungen von Kali fast gar nicht verändert werden, während dieselbe Lösung im verdünnten Zustand die Quellung und Verflüssigung bewirkt. [1] Durchaus analog ist das Verhalten der Aleuronkörner der Erbse gegen Lösungsmittel, die sich in einem mehr oder weniger hohen Concentrationsgrad befinden.

Concentrirte Lösungen von phosphorsaurem Kali und Natron verändern die Aleuronkörner des uns beschäftigenden Samens nur nach Massgabe ihres Wassergehaltes. Ihren Einfluss als lösende Agentien können beide Salze nur in verdünnten Lösungen geltend machen.

Die Prüfung des Verhaltens der Aleuronkörner der Erbse gegen Lösungen dieser Salze wurde auf diese Weise vorgenommen, dass dem Glycerintropfen, nachdem das Körnerplasma trockener Schnitte in den differenzirten Zustand übergegangen war, eine minimale Menge fester Substanz dieser Salze zugesetzt wurde.

War das angewandte Glycerin hinlänglich eingedickt, so machten sich die, durch die lösende Wirkung genannter Salze zu Stande gekommenen Veränderungen, in der Regel viel rascher bemerkbar, als diejenigen der stetig fortschreitenden Wasserimbition. Sie geben sich durch das Erscheinen heller, sehr schwach lichtbrechender auf dem optischen Querschnitt gewöhnlich kreisförmig begrenzter Höfe zu erkennen, welche den noch nicht in Lösung übergegangenen Theil des Aleuronkornes einschliessen. Die Auflösung schreitet nun stetig in, mit Rücksicht auf das Aleuronkorn, centripetaler Richtung fort. Demzufolge

---

[1] Experimental-Physiologie d. Pflanzen, S. 311; ferner Lehrbuch der Botanik, IV. Auflage, S. 640.

lassen sich an dem allmälig in Lösung übergehenden Residuum, so lange dasselbe durch seine Grösse dem Einblicke in seine Form nicht Schranken auferlegt, noch immer die ursprüngliche Begrenzung in mehr und mehr sich verkleinerndem Massstab erkennen. Schliesslich erscheinen an Stelle der ursprünglichen Aleuronkörner schwach contourirte, anfänglich mit hyaliner, später mit körniger sehr schwach lichtbrechender Substanz erfüllte Bläschen. Das Volum der Letzteren ist erheblich grösser als das eines abgerundeten, sich zu desorganisiren beginnenden Aleuronkornes. Es beruhen also die specifischen Veränderungen, welche bei Anwesenheit einer geringen Menge der phosphorsauren Alkalien im Quellungswasser erfolgen, darauf, dass die Substanz der Aleuronkörner, bevor noch die Abrundung der letzteren zu Stande gekommen ist, in Lösung überführt wird.

Für die Entscheidung der Frage, ob die Begrenzung der immer mit einer nur sehr schwach lichtbrechenden Substanz erfüllten Bläschen durch das Hüllhäutchen gebildet werde, habe ich während der Beobachtung der angegebenen, mit dem Zerfalle in einen körnigen Detritus und Auflösung desselben abschliessenden Veränderungen, keinen Anhaltspunkt gewinnen können.

Die Veränderungen, welche Kali an polyedrischen Aleuronkörnern bewirkt, sind mit der Wirkung der genannten phosphorsauren Alkalien vollkommen identisch.

Unter Einwirkung dieser lösenden Agentien findet unter angegebenen Verhältnissen, es mögen sich nun die Aleuronkörner in einer durch den Schnitt nicht geöffneten Zelle oder im isolirten Zustande befinden, schliesslich der Zerfall derselben zu einer nur bei genügender Anstrengung des Auges wahrnehmbaren körnigen Substanz statt.

Um so grösser sind die Verschiedenheiten in Hinsicht des Verhaltens der Hautschichten gegen die Lösungen genannter Stoffe.

Bei Gegenwart phosphorsaurer Alkalien im dicken Glycerin unterliegen die Hautschichten, bevor noch an ihnen Veränderungen bemerkt werden können, einer nicht unbedeutenden Quellung. Aus diesem Grunde treten die Hautschichten mit viel grösserer Deutlichkeit, als unter anderen Verhältnissen

hervor, wozu nicht wenig eine in tangentialer Richtung stattfindende Quellung beiträgt, durch welche die Hautschichten stellenweise von der Zellhaut und den Stärkekörnern als Falten abgelöst erscheinen.

Für längere Zeit vermögen die Hautschichten der Einwirkung dieser Quellungsmittel nicht Widerstand zu leisten. Ihre hyaline Substanz wird körnig und schliesslich aufgelöst, doch erst in einem Zeitpunkte, in welchem am Körnerplasma längst Nichts mehr von seiner ursprünglichen Struktur wahrzunehmen ist. Ich habe mitunter nur wenig veränderte Hautschichten in geöffneten Zellen aufgefunden, deren Körnerplasma nach seiner gänzlichen Auflösung bereits durch die Flüssigkeit des Untersuchungsmediums ersetzt war. Durch Kali, welches unter angegebenen Umständen zur Einwirkung gelangt, werden jedoch die Hautschichten in kürzester Zeit vollständig aufgelöst. In diesem Falle sind die Hautschichten diejenigen Theile des Protoplasmakörpers, welche der Einwirkung des lösenden Mittels den geringsten Widerstand entgegensetzen. Ich sah oft an Aleuronkörnern, die zu Klumpen vereinigt, mit abgerissenen Theilen der peripherischen Hautschichte verbunden, frei in dem kalihaltigen Untersuchungsmedium lagen, die erwähnten Veränderungen erst nach Auflösung der Hautschichte beginnen.

Es bleibt mir noch übrig, das Verhalten des Körnerplasmas der Erbse gegen Mittel zu besprechen, durch deren Anwendung es Pfeffer gelang, Aleuronkörnern anderer Samen ihre Empfindlichkeit gegen Wasser zu benehmen. Dies sind: mit Schwefelsäure angesäuerter Alkohol und alkoholische Sublimatlösung. [1]

Mittel durch deren Anwendung die Fixirung von Strukturverhältnissen des Körerplasmas der Erbse im Quellungsstadium des Samens bezweckt wird, können, wenn dies durch chemische Veränderungen erreicht werden soll, wie schon a priori zu entscheiden ist, auf eine zweifache Weise zur Verwendung gelangen. Es können nämlich die Reservestoffbehälter entweder nach vollzogener Imbition der Einwirkung chemisch verändernder Mittel unterworfen werden, oder es müssen die letzteren von der

[1] L. c. p. 441 und 492

Beschaffenheit sein, dass bei Anwesenheit derselben im Quellungswasser des Samens, die zur Differenzirung führende Imbition unbeeinflusst erfolgen könne. In dem einen und dem anderen Fall soll aber das befolgte Verfahren entweder das ganze Körnerplasma oder doch wenigstens die Aleuronkörner gegen die Einwirkung von Wasser unempfindlich machen. Es ist nun leicht einzusehen, dass sich aus der Anwendung eines Quellungswassers, welches einen die beabsichtigte chemische Veränderung bewirkenden Stoff als Zusatz enthält, der gewünschte Erfolg nur dann ergeben kann, wenn bei der Quellung ganzer Samen, das Quellungswasser und der in ihm enthaltene Stoff ungleichzeitig in das Gewebe eindringen und sich in diesem verbreiten. Es muss unter diesen Verhältnissen das Wasser als vorbereitendes Vehikel, dem die Fixirung bewirkenden Stoff gewissermassen vorauseilen, damit die zu erzielende chemische Veränderung des Körnerplasmas oder seiner Theile und die durch dieselbe angestrebte Vernichtung der Quellungsfähigkeit, erst nach dem Übergang in den differenzirten Zustand erfolgen könne. Es müssten sich in diesem Falle die Wasserimbition und die Aufnahme des, die Fixirung bewirkenden Stoffes, in zwei aufeinanderfolgenden Acten vollziehen. — Will man durch Anwendung von Schwefelsäure und Alkohol das gewünschte Ziel erreichen, so kann ein zweifaches Verfahren befolgt werden und es gelingt die Fixirung: 1. Durch die Behandlung in schwefelsäurehaltigem Wasser gequollener Erbsen mit Alkohol und 2. durch die Behandlung in Wasser gequollener Erbsen mit Alkohol, welcher einen geringen Zusatz von Schwefelsäure enthält.

Man erhält in beiden Fällen ein hinlänglich vorbereitetes Material, welches nach dieser Behandlung in Glycerin oder auch im Wasser untersucht werden kann

Die Quellung in schwefelsäurehaltigem Wasser allein, ohne nachträgliche Behandlung mit Alkohol ist für die Fixirung des Körnerplasmas nicht ausreichend. Legt man Schnitte aus Erbsen, welche dieser Behandlung unterworfen gewesen, in reines Wasser, so isoliren sich die anfänglich polyedrischen Aleuronkörner in Menge. Nach einiger Zeit besitzen die Aleuronkörner eine abgerundete Gestalt; hierauf beginnen Veränderungen, die mit denjenigen unveränderter

Aleuronkörner bei ihrer Quellung in dickem Glycerin, einen in allen Punkten gleichartigen Verlauf nehmen. Es besteht nur dieser Unterschied im Verhalten der Aleuronkörner, dass nach der Quellung im schwefelsäurehaltigen Wasser als letzte Desorganisationsproducte im reinen Wasser unlösliche Sicheln und und Fäden hervorgehen, die sich nach ihrer Isolirung nie gerade strecken. Ihre Krümmung, die sie nach der muthmasslichen Auflösung des Hüllhäutchens innehaben, wird auch nach stundenlangem Liegen in Wasser beibehalten.

Als eine weitere Eigenthümlichkeit des Verhaltens, der durch die Quellung in schwefelsäurehaltigem Wasser veränderten Aleuronkörner, bei nachträglich stattfindender Wasserbehandlung, kann ich angeben, dass nach der Abrundung, die sonst in centripetaler Richtung fortschreitende Abschwächung des Lichtbrechungsvermögens unterbleibt. Es besitzen daher in diesem Falle die peripherischen Randschichten der vacuolisirten Aleuronkörner und die aus ihnen hervorgehenden Sicheln und Fäden, das Lichtbrechungsvermögens des Kornes vor Beginn der Desorganisation.

Dieses Verhalten führt uns unmittelbar darauf hin, dass die lösenden Vehikel, die dem Aleuronkorn durch das das schwefelsäurehaltige Wasser entzogen werden können, für die Veränderungen, denen die Aleuronkörner unter bekannten Bedingungen unterliegen, nicht massgebend sind, ihnen kann nicht einmal eine Bedeutung für das Erscheinen der centralen Vacuole und die Vorgänge eingeräumt werden, durch welche ein Theil der Masse des Aleuronkornes während der Bildung der centralen Vacuole in den gelösten Zustand überführt wird. Das veränderte Aussehen der Aleuronkörner kann ebensowenig mit der Anwesenheit von phosphorsaurem Kali und Kali in Zusammenhang gebracht werden, als die Abrundung, und das Zerreissen der peripherischen Schichten. Hätten wir volle Gewissheit darüber, dass den Aleuronkörnern, während der Quellung der Erbsen in schwefelsäurehaltigem Wasser nur die fraglichen Stoffe entzogen werden, so wäre es kaum zu kühn anzunehmen, dass bei ungeänderter Zusammensetzung des Aleuronkornes, der Einfluss der lösenden Agentien n a c h B e g i n n d e r D e s o r g a n i s a t i o n, in zwei Stadien derselben zur Geltung kommt. Und zwar wäre auf

Rechnung dieser die Abschwächung des Lichtbrechungsvermögens, welche die ganze Masse des Aleuronkornes nach seiner Abrundung in Folge eines Substanzverlustes erleidet und ferner die Lösung der Desorganisationsproducte zu setzen.

Dies ist ein weiteres Argument gegen die Zulässigkeit des Versuches, die Theorie von Pfeffer einer Erklärung des Verhaltens unseres Objectes zu Grunde zu legen.

Es ist nun bewiesen, dass die durch Schwefelsäure entziehbaren Stoffe, weit entfernt davon, die Ursache zu sein, auf deren Wirkung alle Veränderungen zurückgeführt werden müssten, in ihrer Wirkung durch den jeweiligen Zustand des Aleuronkornes beeinflusst werden und dass das veränderte Aussehen des Aleuronkornes der Erbse unter bekannten Bedingungen nicht allein von dem Quantum der Proteinstoffe abhängt, die an das Wasser abgegeben wurden. Es bietet, um mit anderen Worten zu reden, das Aussehen des Aleuronkornes in den einzelnen Stadien der Desorganisation nur einen einzigen Anhaltspunkt, welcher die unter Mitwirkung lösender Agentien zu Stande kommenden Veränderungen zu beurtheilen gestattet. Dies ist die erwähnte, in centripetaler Richtung fortschreitende, durch Lösung bedingte Verringerung des Lichtbrechungsvermögens der ganzen Masse des frischen Aleuronkornes. Es muss somit der Antheil, welcher auf die lösenden Vehikel, während der gewaltigen, mit Formveränderungen abschliessenden nur durch Wasserimbition bedingten Desorganisation entfällt, als ein höchst untergeordneter bezeichnet werden; man müsste denn, den lösenden Vehikeln für das Erscheinen der Vacuolen, das Zerreissen der peripherischen Schichte nach Bildung dieser, eine Bedeutung einräumen, die ihnen thatsächlich nicht zukommt.

Ich glaube ferner aus Gründen der Analogie schliessen zu dürfen, dass die verschiedene Resistenzfähigkeit der Aleuronkörner gegen Wasser, nicht wie Pfeffer annimmt, von dem ungleichen Vorrathe an phosphorsaurem Kali und Kali abhängt, sondern aus der ungleichen Resistenzfähigkeit der Aleuronkörner gegen die mit Desorganisation verbundene Einwirkung des Wassers erklärt werden müsse, da, wie für die Aleuron-



körner der Erbse bereits nachgewiesen ist, die Wirkung lösender Agentien erst nach dem Beginn der Desorganisation anhebt.

Sodann ist ersichtlich, welche Bedeutung gewissen Medien bei der Untersuchung der Aleuronkörner zukommt. Darüber sagt Sachs:[1] „Diese Zusammensetzung der Grundmasse sowohl, wie die Löslichkeit der amorphen Masse der Aleuronkörner in Wasser sind die Ursache der völligen Deformirung, welche die Zellinhalte fettreicher Samen in Wasser (Schnitte unter dem Mikroskop) sofort erfahren; um die Structur derselben zu erkennen, ist es nöthig, frische Schnitte in dickes Glycerin, sublimathaltigen Alkohol, unter concentrirte Schwefelsäure oder in Öl zu bringen."

Sachs legt also in Betreff der Aleuronkörner das grösste Gewicht auf ihre Löslichkeit, doch nur auf Grund der Angaben von Pfeffer, an welche sich seine Darstellung, wie er selbst bemerkt, anschliesst.[2] Eine andere Schlussfolgerung über die Ursachen der Deformirung der Aleuronkörner lässt sich übrigens aus den Angaben Pfeffers in seiner mehrfach citirten Abhandlung gar nicht abstrahiren.

Meiner Ansicht nach beruht die Wirkung des dicken Glycerins darauf, dass in diesem Medium die durch Wasseraufnahme bedingte Desorganisation sehr langsam erfolgt. Je später die Aleuronkörner in diesem Medium desorganisirt werden, desto später ergeben sich als Resultat der Desorganisation, die auf Lösung der Proteinmasse der Aleuronkörner beruhenden Veränderungen. —

Resistent werden die Aleuronkörner erst durch die Einwirkung des Alkohols, da dieselben nach Entziehung der lösenden Vehikel, sich gegen Alkohol, analog mit Zellkernen oder Chlorophylkörnern, — den Differenzirungsproducten lebensthätiger Plasmakörper — verhalten. Dies ist eine Folge der unter diesen Umständen erfolgenden Gerinnung, die sich, wie ich vermuthe, auch auf die Grundsubstanz erstreckt. Ich schliesse dies daraus, dass die Aleuronkörner des Alkohol-Präparates sich nur schwierig isoliren; es bildet das gesammte Körnerplasma fast

[1] Lehrbuch der Botanik. IV. Auflage. p. 55.

[2] L. c. p. 53. Anmerkung.

eine compacte Masse, in welcher übrigens der Differenzirungszustand deutlich übersehen werden kann. Dieses Verhalten des Körnerplasmas ist ganz unabhängig davon, ob gequollene Erbsen mit schwefelsäurehaltigem Alkohol entwässert oder nach der Quellung in schwefelsäurehaltigem Wasser durch Alkohol für die Untersuchung vorbereitet werden.

Das mit alkoholischer Sublimatlösung behandelte trockene Plasma der Reservestoffbehälter der Erbse, verhält sich bei nachträglicher Wasserbehandlung als ein nur schwach quellungsfähiger, im Wasser vollkommen unlöslicher Körper, welcher die Fähigkeit, in den differenzirten Zustand zu übergehen, gänzlich verloren hat. In dem unlöslich gewordenen Körnerplasma erscheinen bei länger andauernder Wassereinwirkung kleine Vacuolen und Körnchen.

In trockenen Schnitten, welche mit wässeriger Sublimatlösung behandelt werden, erscheint das Plasma, in extremen Fällen entweder gleich bei Beginn der Quellung, vor Erlangung des differenzirten Zustandes, oder nach bereits erfolgter gänzlicher Desorganisation, durch das Entstehen unlöslicher Quecksilberverbindungen der Proteinstoffe, unveränderlich fixirt.

In manchen Fällen lässt jedoch das Körnerplasma unter diesen Verhältnissen ein mittleres Verhalten erkennen. Es findet nämlich die Fixirung in einem Zeitpunkte statt, in welchem die Wasseraufnahme so weit vorgeschritten ist, dass der dem Quellungsstadium eigenthümliche Differenzirungszustand andeutungsweise vorhanden ist. Dies ist daran zu erkennen, dass die Masse des Körnerplasmas durch dunkle Linien gefeldert erscheint, aber oft nur auf sehr engbegrenzten Stellen. In diesen Fällen trägt die Behandlung mit wässeriger Sublimatlösung, auch wenn eine vollständige Desorganisation erfolgt, zur Verdeutlichung der Hautschichten ausserordentlich bei. Nach einem derartigen Sublimatpräparat ist die Figur 7 entworfen.

Aus dem eben Gesagten erhellt, dass die Wasseraufnahme und die auf dem Entstehen unlöslicher Quecksilberverbindungen beruhende Fixirung des Körnerplasmas in manchen Fällen in zwei getrennten Acten zu Stande komme.

In einem noch weit höheren Grade ist dies bei der Quellung von Erbsen in sublimathaltigem Wasser der Fall, da in den

der Epidermis zunächstliegenden Zellen des Parenchyms, in der Mehrzahl der Fälle, die Fixirung des undifferenzirten Zustandes des Körnerplasmas erfolgt, während das Körnerplasma innerer Schichten eine Beschaffenheit erlangt, die sich aus der Fixirung des bereits differenzirten Zustandes ergibt.

Es ist also unter diesen Verhältnissen das Wasser seinem Zusatze in die inneren Partien des Gewebes vorausgeeilt, da dieser bis zu einem gewissen Zeitpunkt in den äussersten Zelllagen des Parenchyms zurückgehalten wurde.

Untersucht man Schnitte, die in sublimathaltigem Wasser gequollenen Erbsen entnommen wurden, in Wasser, so erscheinen die Aleuronkörner stets abgerundet und die Lamellen der Grundsubstanz entsprechend erweitert. Die Letztere hat aber ihre Quellungsfähigkeit gänzlich eingebüsst und dabei eine körnige Beschaffenheit erlangt.

Einen ganz anderen Anblick gewährt das Körnerplasma nach der Quellung in reinem Wasser, mit sublimathaltigem Alkohol entwässerter Erbsen, wenn diesen entnommene Schnitte, im dicken Glycerin untersucht werden.

In diesem Falle entspricht der Bau des Körnerplasmas in allen Einzelheiten demjenigen, welchen ich als dem Quellungsstadium eigenthümlich, bereits beschrieben habe.

Wird dem Untersuchungsmedium eine kleine Menge Wasser zugesetzt, so erfolgt die Abrundung der Aleuronkörner in Folge ihrer Quellung. Dies ist eine, wie es scheint, ganz allgemeine Eigenthümlichkeit durch Sublimat unlöslich gemachter Aleuronkörner, auf welche bereits Pfeffer hingewiesen hat. [1]

---

[1] L. c. p. 441.

Erklärung der Figuren.

Vergrösserung in Parenthese. Die Figuren sind theils mit der Camera, theils aus freier Hand entworfen; die Angaben in Betreff der Vergrösserung sind daher nur als annähernd richtig zu betrachten.

Fig. 1—6. (1000.) Glycerin-Präparate. *ph*, die peripherischen Hautschichten *ps*, die Hautschichtsäcke; *st*, die von den Hautschichtsäcken eingeschlossenen, die Stärkekörner aufnehmenden Hohlräume im Körnerplasma.

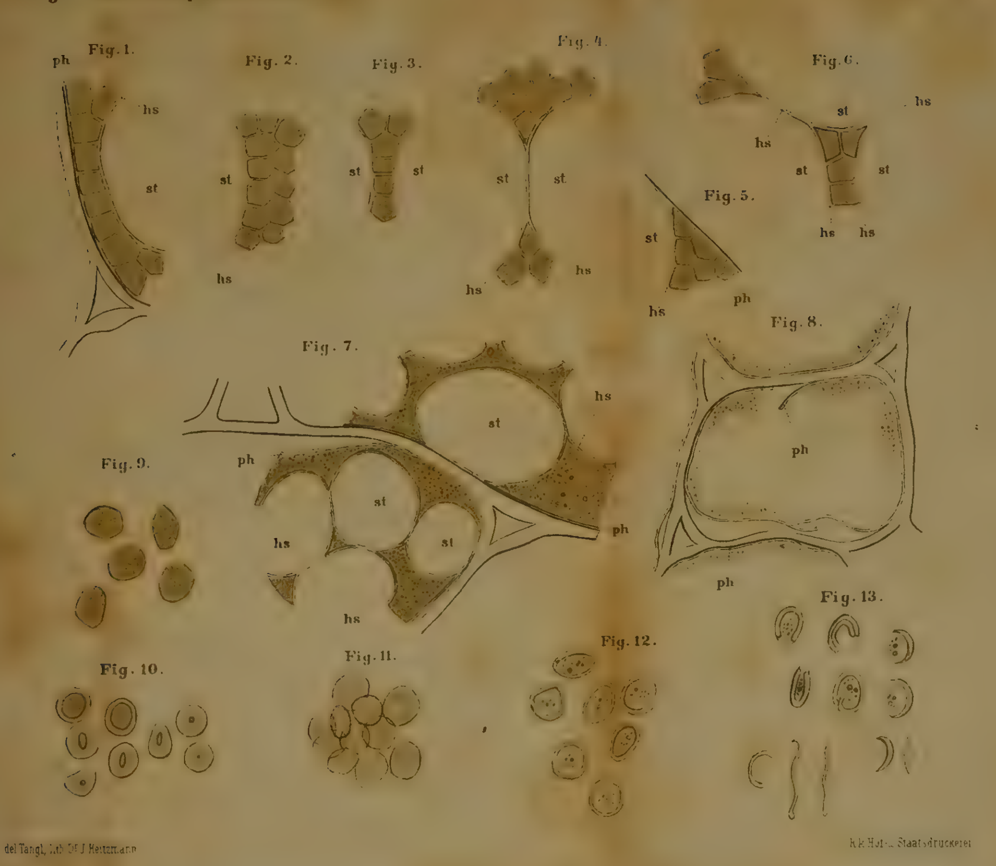
„ 7. (600.) Sublimat-Präparat. Bezeichnungen wie in den vorigen Figuren.

„ 8. (600.) Wasser-Präparat. Das gesammte Körnerplasma wurde durch Wasser zerstört; es blieben nur die peripherischen Hautschichten im unveränderten Zustande zurück.

„ 9—13. (1000.) Der Verlauf der Desorganisation an isolirten, im dicken Glycerin liegenden, Aleuronkörnern.



Tangl: Das Protoplasma der Erbse.



del Tangl, lith Dr J Heitzmann

k.k. Hof- u. Staatsdruckerei



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVI. BAND. I. und II. HEFT.

Jahrgang 1877. — Juni und Juli.

(Mit 18 Tafeln und 9 Holzschnitten.)

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1878.

INHALT

des 1. und 2. Heftes (Juni und Juli 1877) des 76. Bandes, I. Abth. der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe.

Preis des ganzen Heftes: 3 fl. 70 kr. = 7 RMk. 40 Pfg.

Um den raschen Fortschritten der medicinischen Wissenschaften und dem grossen ärztlichen Lese-Publicum Rechnung zu tragen, hat die mathem.-naturwissenschaftliche Classe der kais. Akademie der Wissenschaften beschlossen, vom Jahrgange 1872 an die in ihren Sitzungsberichten veröffentlichten Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin in eine besondere Abtheilung zu vereinigen und von dieser eine erhöhte Auflage in den Buchhandel zu bringen.

Die Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe werden daher vom Jahre 1872 (Band LXV) an in folgenden **drei** gesonderten **Abtheilungen** erscheinen, welche auch einzeln bezogen werden können:

I. Abtheilung: Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

II. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

III. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

Von der I. und II. Abtheilung werden jährlich 5—7 und von der III. 3—4 Hefte erscheinen.

Dem Berichte über jede Sitzung geht eine Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen und das Verzeichniss der eingelangten Druckschriften voran.

Der Preis des ganzen Jahrganges sämmtlicher drei Abtheilungen beträgt 24 fl.

Von allen in den Sitzungsberichten erscheinenden Abhandlungen kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn (Wien, Postgasse 6) bezogen werden.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Original-Auszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlung enthält, wird wie bisher, 8 Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. Der Preis des Jahrganges ist 1 fl. 50 kr.



SITZUNGSBERICHTE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXVI. BAND. III. HEFT.

Jahrgang 1877. — October.

(Mit 8 Tafeln.)

ERSTE ABTHEILUNG.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI KARL GEROLD'S SOHN,
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1878.

INHALT

des 3. Heftes (October 1877) des 76. Bandes, I. Abth. der Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe.

Preis des ganzen Heftes: 2 fl. 20 kr. = 4 RMk. 40 Pfg.

Um den raschen Fortschritten der medicinischen Wissenschaften und dem grossen ärztlichen Lese-Publicum Rechnung zu tragen, hat die mathem.-naturwissenschaftliche Classe der kais. Akademie der Wissenschaften beschlossen, vom Jahrgange 1872 an die in ihren Sitzungsberichten veröffentlichten Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin in eine besondere Abtheilung zu vereinigen und von dieser eine erhöhte Auflage in den Buchhandel zu bringen.

Die Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe werden daher vom Jahre 1872 (Band LXV) an in folgenden **drei** gesonderten **Abtheilungen** erscheinen, welche auch einzeln bezogen werden können:

I. Abtheilung: Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mineralogie, Botanik, Zoologie, Geologie und Paläontologie.

II. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik, Meteorologie und Astronomie.

III. Abtheilung: Die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

Von der I. und II. Abtheilung werden jährlich 5—7 und von der III. 3—4 Hefte erscheinen.

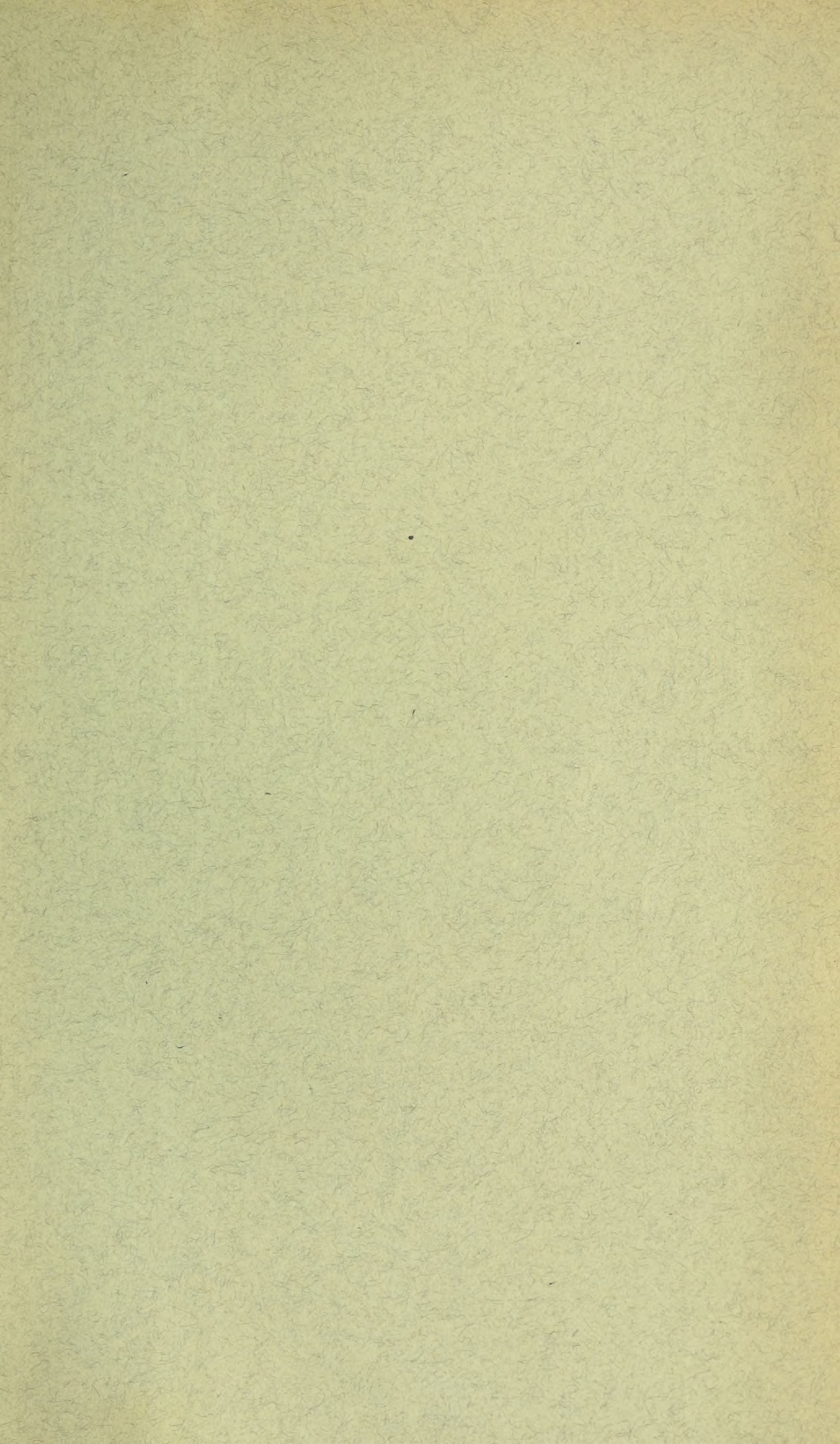
Dem Berichte über jede Sitzung geht eine Übersicht aller in derselben vorgelegten Abhandlungen und das Verzeichniss der eingelangten Druckschriften voran.

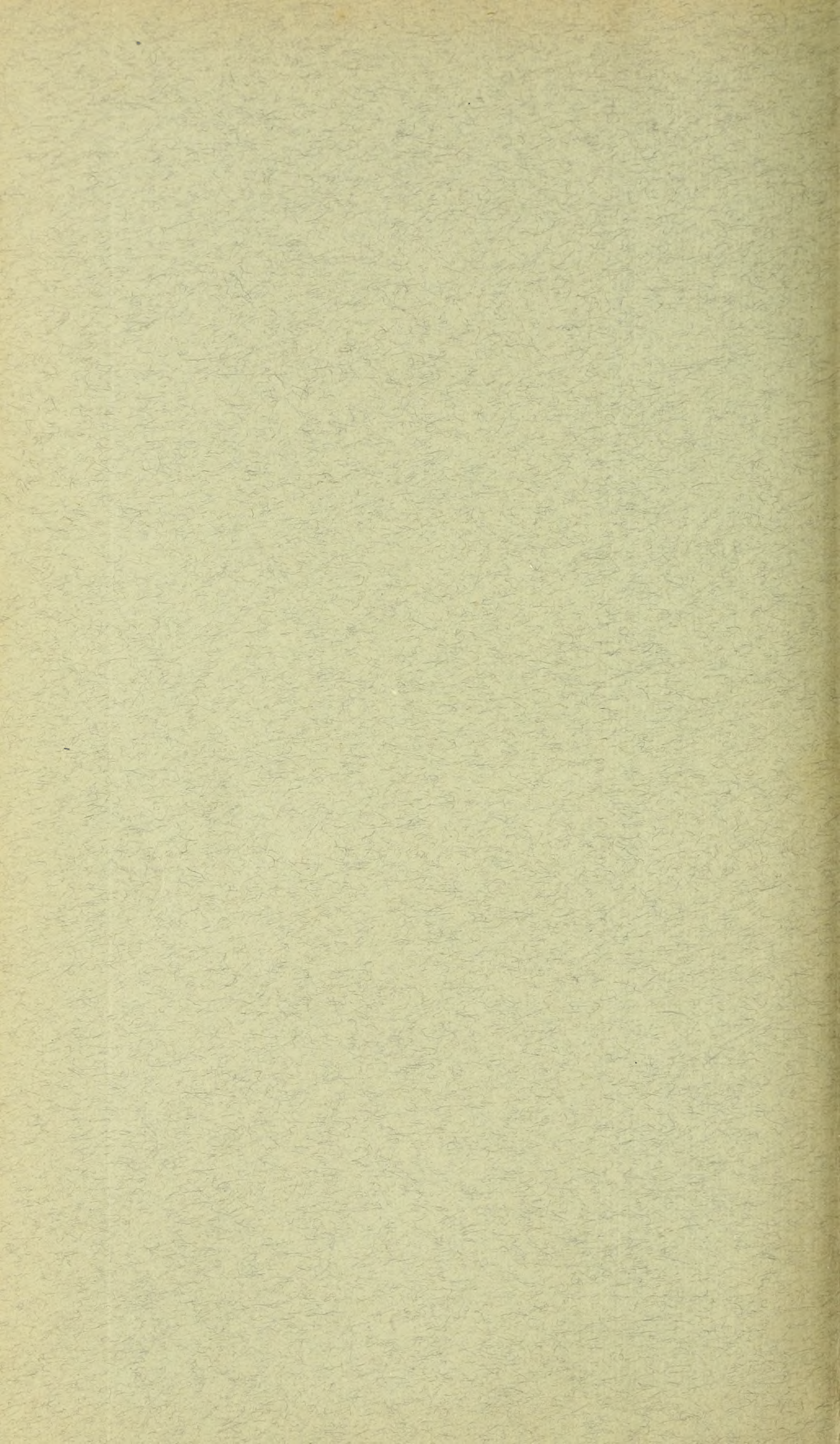
Der Preis des ganzen Jahrganges sämmtlicher drei Abtheilungen beträgt 24 fl.

Von allen in den Sitzungsberichten erscheinenden Abhandlungen kommen Separatabdrücke in den Buchhandel und können durch die akademische Buchhandlung Karl Gerold's Sohn (Wien, Postgasse 6) bezogen werden.

Der akademische Anzeiger, welcher nur Original-Auszüge oder, wo diese fehlen, die Titel der vorgelegten Abhandlung enthält, wird wie bisher, 8 Tage nach jeder Sitzung ausgegeben. Der Preis des Jahrganges ist 1 fl. 50 kr.








5 WHSE 00648

